



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TITULO

Diseño e implementación de RBS modelo 6101 para la red móvil 3G.

AUTORES:

Br. Edwin Jerónimo Martínez Gaitán

Br. Kevin Antonio Gaitán Averruz

TUTOR:

Msc. Marlon Ramírez

Managua, 20 de Octubre del 2017

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a Dios que nos ha dado salud, fortaleza y el espíritu de perseverancia, para cumplir con este proyecto. A nuestros padres y familiares por estar presentes en los momentos que más los necesitamos y a nuestros compañeros de trabajo, que nos enriquecieron de conocimientos con sus experiencias, adquiridas en el trayecto de sus vidas.

Agradecimiento.

“Sobre todas las cosas agradezco a nuestro “Dios” por darme la esperanza, sabiduría y serenidad para seguir adelante en esta etapa de mi vida, a mis padres por apoyarme en la mayoría de mis estudios y a mi amada esposa por estar conmigo y formar parte de este éxito” Br. Edwin Jerónimo Martínez Gaitán

“Agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir y seguir con mis metas, a mi familia por apoyarme en todo el trayecto de mi formación personal, y a mi compañero de titulación, por animarme a completar esta etapa en mi vida”. Br. Kevin Antonio Gaitán Averruz“.

Resumen.

Los usuarios de telefonía móvil crecen exponencialmente, generando grandes demandas de acceso a los recursos de radio de los operadores, que buscan mejorar sus redes, equipándolas con nuevas tecnologías. En este trabajo monográfico se presentan los procedimientos para integrar una nueva tecnología de servicio 3G en un sitio celular en el marco de un plan de modernización. Esto también se puede usar para integrar un nuevo sitio.

Se consideró un ejemplo de proyecto de modernización en el sitio MN0235 del operador Claro en Nicaragua, que estaba en el límite de su capacidad, para establecer un procedimiento organizado con todos los aspectos necesarios para integrar un sitio. Además, se consideraron opiniones de expertos y proveedores (Ericsson) en la integración de la tecnología de acceso de radio.

Inicialmente, el proceso de integración del nodo requiere la ejecución de tres scripts de caracterización y la activación de la licencia de hardware, posteriormente se lleva a cabo la configuración, y se finaliza verificando el estado del nodo y atendiendo cualquier anomalía que se presente.

Una etapa importante fue la configuración de la unidad de banda base (BBU), para la instalación, interconexión y adecuación de los diversos equipos que conformarán la red del sitio. En la elección del hardware de la BBU se tomó en cuenta; la capacidad de recursos del canal (CE) y un mínimo de tres portadoras (multicarrier) por sector, ya que la mejora de la velocidad de transmisión de datos y la cantidad de usuarios atendidos depende de esto.

Este hardware ha sido seleccionado por ser escalable, puede atender cualquier necesidad futura de ampliar la capacidad del sitio. Con la integración de estas nuevas tecnologías, fue posible satisfacer los requisitos de los equipos con una mayor capacidad de gestión del tráfico y flexibilidad para futuras modificaciones.

Abstract.

Mobile telephony users grow exponentially, generating large demands for access to radio resources of operators, who seek to improve their networks and equip them with new technologies. This monographic work presents the procedures for integrating a new 3G service technology into a cellular site within the framework of a modernization plan. This can also be used to integrate a new site.

An example of a modernization project in the MN0235 site of the Claro operator in Nicaragua, was considered, which was at the limit of its capacity, to establish an organized procedure with all the necessary aspects to integrate a site. In addition, the opinions of experts and suppliers (Ericsson) on the integration of radio access technology were considered.

Initially, the integration process of the node requires the execution of three characterization scripts and the activation of the hardware license, then the configuration is carried out and it is finalized verifying the state of the node and taking care of any anomaly that may arise.

An important stage was the configuration of the base band unit (BBU), for the installation, interconnection and adaptation of the various equipment that will make up the site network. In the choice of BBU hardware was taken into account; the capacity of the channel resources (CE) and a minimum of three operators (multicarrier) per sector, since the improvement of the speed of data transmission and the number of users served depends on this.

This hardware has been selected for being scalable; it can meet any future need to expand the capacity of the site. With the integration of these new technologies, it was possible to satisfy the requirements of equipment with a greater capacity of traffic management and flexibility for future modifications.

Lista de Tablas

Tabla 1. Comparación entre RBS ZXSDR B8200 y RBS 6101 (4101).	30
Tabla 2. Especificaciones Técnicas para HBX-6516DS-VTM.....	54
Tabla 3. Datos de IP generadas para el Nodo B MN0235	59
Tabla 4. Cantidad de acceso de usuarios HSDPA y EUL en cada sector.....	61
Tabla 5. Tipos de unidades digitales Ericsson, características de CE.	63
Tabla 6. DUW 4101 Especificaciones Técnicas.....	66
Tabla 7. Comparación entre RBS 3518 y RBS 6101 (DUW 4101)	68
Tabla 8. Variantes de Placas para el ingreso del Cableado.....	68
Tabla 9. Descripción del Cableado por orificio en Placa.	69
Tabla 10. Características de Radio	76
Tabla 11. Configuración de Sectores	77
Tabla 12. Parámetros de antena.....	78
Tabla 13. Conexiones de puertos de DU con la RRUS	84

Lista de Figuras

Figura 1. Proceso de extendido y recuperación de la información.....	9
Figura 2. Izquierda: Esquema de modulación 16-QAM. Derecha: Esquema de modulación 64 QAM.....	10
Figura 3. Elementos de Red, e interfaces RAN WCDMA.....	12
Figura 4. Arquitectura de RBS o Nodo B.	14
Figura 5. Ilustración de la interfaz lu y los dominios de CN conectados.	16
Figura 6. Protocolos para RAN WCDMA	18

Figura 7. Interfaces de Trafico para el Plan de Usuario	20
Figura 8. Izquierda: Estructura de la red LTE; Derecha: Interfaces entre elementos.	24
Figura 9. Ciclo de vida para el Diseño e Implementación de una RBS	38
Figura 10. Ejemplo típico de transmisión Para RAN	41
Figura 11. Ubicación Geográfica de MN0235	44
Figura 12. Estadísticas del sector G de MN0235	45
Figura 13. MN0235_CETEL con portadora 850 y sectores G, H, I	50
Figura 14. MN0235_CETEL con “3” portadoras 1900	50
Figura 15. Patrón de Radiación de una antena sectorial	53
Figura 16. Ubicación Geográfica de RBS y RNC a interconectar	55
Figura 17. Plan de la Red de Datos del NodoB_MN0235.	56
Figura 18. Corrección de señal por IP de sincronía de fase	59
Figura 19. Izquierda: Características de la DUW; Derecha: Interfaces de comunicación	63
Figura 20. RBS 6101	64
Figura 21. Partes del Hardware de la RBS 6101	65
Figura 22. Placa a Utilizar para el ingreso del cableado al gabinete.	69
Figura 23. Proceso para la instalación de una RBS	70
Figura 24. BBS 6101 (Battery Backup System).	71
Figura 25. Conexión de Baterías en La RBS 6101	72
Figura 26. Equipos DUW, MWR y SIU dentro del RBS 6101	74
Figura 27. Líneas de Jumper que conectan RRU con Antenas	75
Figura 28. Conexión de FO entre DUW y RRU	75
Figura 29. Características Físicas de RRU_ RRUS12B2	77

Figura 30. Instalación del sistema radiante.....	79
Figura 31. Equipos complementarios para Sistema Radiante	79
Figura 32. Proceso de instalación de antena	80
Figura 33. Analizador De Líneas.....	81
Figura 34. Elección de configuración de Hardware en RBS 6101.	82
Figura 35. RBB Utilizada en MN0235.	83
Figura 36. DBB Utilizada en MN0235	83
Figura 37. Arreglos RBB42_1B, para mayor capacidad del nodo.....	84
Figura 38. Combinación de RU y DU para Cuarta Portadora	85
Figura 39. Configuración de RBS 6101.....	88
Figura 40. Terminales de conexión para la comunicación entre la DU y un ordenador.....	89
Figura 41. Formateo de discos c2 y d.	91
Figura 42. IP de acceso local al nodo.	92
Figura 43. Transferencia del Basic Package a c2 y d.	93
Figura 44. Preparando Ordenador para acceder al nodo.....	94
Figura 45. Carga del Script Cabinet Equipment.....	95
Figura 46. Carga de Scripts Satisfactoria.....	96
Figura 47. Carga del Script O&M Acces.	96
Figura 48. Carga del Script Site Equipment.	97
Figura 49. Carga del SCRIPT IUB Transport.....	98
Figura 50. Transferencia de licencias de O & M del nodo.....	99
Figura 51. Estado del nodo según LEDs.....	100
Figura 52. Verificación de Sectores	101
Figura 53. Verificación de HW externo.....	102

Contenido

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	i
Resumen.....	ii
Abstract.....	iii
Lista de Tablas.....	iv
Lista de Figuras	iv
Introducción	1
Objetivos del tema	3
Objetivo General:.....	3
Objetivos Específicos:	3
Justificación	4
Antecedentes	5
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. Tecnología UMTS (Sistema Universal de telecomunicaciones Móviles). ...	7
1.1.1. Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA).....	8
1.1.2. Arquitectura de RAN WCDMA.	11
1.1.3. Protocolos de Señalización en RAN UMTS.	18
1.2. Radio Base Station (RBS).	24
1.2.1. Nodo B (RBS 3G).	25
1.2.2. Hardware.	26
1.2.3. Software.....	26
1.2.4. RBS e Interfaces.....	27

1.2.5. Modelos de RBS's de tercera generación.....	28
1.2.6. RBS's utilizados por otras operadoras en Nicaragua.....	30
1.3. Sitio Celular.	32
CAPÍTULO 2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE RBS MODELO 6101 PARA LA RED MÓVIL 3G	33
2.1. Introducción.....	34
2.2. Criterios para la Elección de un sitio.	35
2.3. Ciclo de ejecución para el Diseño e Implementación.	37
2.3.1. Estudio de Implantación.....	38
2.3.2. Legalización.	39
2.3.3. El replanteamiento.	39
2.3.4. Diseño de Radio.	40
2.3.5. Diseño Transmisión.	40
2.3.6. Site Survey.....	42
2.3.7. Instalación.....	42
2.3.8. Optimización.	42
2.4. Búsqueda de Emplazamiento y Análisis de Necesidades.	43
2.5. Parte de Radio Frecuencia.....	44
2.5.1. Elección de Hardware a Implementar.	47
2.6. Diseño De Radio.	47
2.6.1. Zona De Cobertura.	49
2.6.2. Diseño de celdas.	49
2.6.3. Sistema Radiante.....	51
2.7. Diseño de transmisión.	54
2.8. Dimensionamiento de nodo B (Hardware).....	60

2.8.1. RBS 6101.....	64
2.8.2. Unidades de hardware.....	65
2.8.3. Comparación con la tecnología a modernizar.....	67
2.8.4. Variantes de placa.	68
2.9. Adecuación e Instalación de Equipos.....	70
2.9.1. Montaje de RBS.....	70
2.9.2. Conexión de las fuentes de energía.	71
2.9.3. BBS 6101 (Battery Backup System).	71
2.9.4. Conexión de respaldo de baterías.	72
2.9.5. Conexión LAN del Sitio.	73
2.9.6. Conexión de los cables de RF.	74
2.9.7. Conexión de fibras (CPRI).	75
2.9.8. Instalación de radios.	76
2.9.9. Instalación del sistema radiante.....	77
2.10. Integración del sitio celular MN0235 a la red.....	81
2.10.1. Scripts para configuración.....	85
2.10.2. Procedimientos para la configuración de la RBS 6101.	87
2.10.3. Configuración de unidad digital (DUW).	88
2.10.4. Integración de MN0235 a RAN.	102
2.11. Optimización del Sitio Integrado.....	104
Conclusión.	105
Recomendaciones.	107
Bibliografía.	109
Anexos.....	112

Introducción

La necesidad del hombre por comunicarse se ha extendido a diversos medios, de tal manera que, si deseamos establecer una llamada, consulta o incluso divertirnos con algo o alguien por medio de cualquier aplicación en internet, sin importar el lugar ni la hora, pues esté disponible en cualquier momento tal servicio. De aquí, es que el concepto de movilidad se implementa en las comunicaciones. Desde entonces se desarrollan diversas normas y tecnologías, por medio de incansables investigaciones. El servicio de Telefonía Móvil es uno de esos grandes logros y el día de hoy lo estamos viviendo, actualmente en Nicaragua se tienen los sistemas GSM para 2G, UMTS en 3G y finalmente LTE como sistema de cuarta generación. UMTS es el sistema implementado en tercera generación, utilizando la tecnología de acceso WCDMA, basada en espectro ensanchado y Scrambling code, para el acceso múltiple de usuarios al mismo tiempo y utilizando la misma frecuencia de operación. Nuestra investigación está centralizada en la RBS ofreciendo servicio 3G.

El **primer capítulo** corresponde al **Marco Teórico**, muestra las definiciones, necesarias, para una mejor comprensión al momento de desarrollar el tema. Se mencionan los conceptos de UMTS, WCDMA y la RBS como un nodo B, también se hace una comparación entre las RBS de los proveedores Ericsson, ZTE y HUAWEI, seguido de un pequeño apartado donde abordamos LTE en su nivel más básico.

En **segundo capítulo**, comenzamos con el **desarrollo del tema monográfico**, se propone un ciclo de ejecución para el diseño e implementación, explicando las fases que conllevan a la Integración completa de la RBS como un sitio celular, desde el Estudio Inicial hasta la optimización del punto a integrar. El estudio se hace bajo el criterio de modernización de HW. Luego cada fase es tratada en secciones diferentes

Primero, tratamos el Diseño de Radio y Transmisión. Básicamente en el diseño de radio, se efectúan todos los procedimientos necesarios para que la RBS pueda ofrecer buenos servicios con excelentes Indicadores de Calidad. Esto contempla elección y configuración del sistema radiante, simulación y predicciones con herramientas de planificación de RAN (ASSET), modelado de tráfico, etc. Para el diseño de Transmisión, incluye el análisis de configuración y HW, para que el punto a integrar sea agregado a la red y la RBS pueda comunicarse con la RNC que lo gobierna y con el OSS-RC.

A continuación estudiamos el dimensionamiento de la RBS como un nodo B, calculándose la capacidad de recursos por servicio en términos de CE, también se realiza la elección de HW para la RBS, unidades de radio y unidad digital.

Después, se efectúa la integración del nodo, esto se da en dos partes, la primera que estudia el Commissioning, que consiste en la puesta en marcha y configuración Inicial del nodo B; luego que se confirma la ejecución de esta parte como exitosa; se procede con la segunda parte que es la Integración lógica a nivel de RAN, se realiza de dos maneras; directamente desde la RNC que lo gobierna o utilizando el gestor del OSS por interface gráfica

Finalizada la integración el nodo inicia un proceso de Optimización o Radio Network Initial Tuning (ITR). Por medio de una serie de actividades para garantizar que el sitio, cumpla con cierto nivel de rendimiento, normalmente definido como Indicadores Estadísticos.

Respectivamente establecemos nuestras conclusiones sobre el tema desarrollado, seguidas de las recomendaciones para futuros estudios que podrían realizarse, los cuales beneficiarán por completo en la comprensión de temas sobre la telefonía móvil de tercera generación, y finalizamos con los anexos, en los cuales adjuntamos información suplementaria referente al tema tratado.

Objetivos del tema

Objetivo General:

Esta investigación tiene como objetivo, “Describir el proceso de Integración de una RBS con tecnología 3G, realizado en el sitio MN0235_CETEL de la operadora Claro”.

Objetivos Específicos:

- Establecer un procedimiento que lleve ordenadamente la descripción de los pasos a seguir para el diseño e implementación de una Estación de Radio Base de telefonía móvil, ofreciendo cobertura 3G.
- Describir las principales funciones que desempeña el nodo B en la red de Telefonía Móvil 3G.
- Describir el proceso de instalación de una RBS con tecnología WCDMA en el sitio MN0235_CETEL de red móvil de Claro Nicaragua.
- Proponer este documento como guía bibliográfica, para la comunidad universitaria.

Justificación

Este trabajo monográfico acerca del diseño e Implementación de una RBS en la red móvil 3G, es muy importante, porque brinda conocimientos teóricos y técnicos a toda la comunidad estudiantil y docencia interesada, en general.

También, motiva al continuo aprendizaje sobre el tema, en el campo de Redes de Telefonía Móvil. De esta manera ayuda profesionalmente y así también, el estudiante egresado podrá tener aspectos claros y al momento de buscar empleo, tendrá una base de conocimientos sólida en el área de las telecomunicaciones, sobresaliendo así entre los que aspiren a un puesto, donde se contemplen trabajos como los que se presentan en esta investigación.

Se atribuye a este trabajo monográfico lo importante que es tener un documento que haga referencia a la investigación del tema, porque actualmente en la universidad Nacional de Ingenierías, solo se abordan temas relacionados, pero bajo un entorno de simulación con la herramientas como Atoll, y no se especifica con mayor detalle el funcionamiento de la RBS, incluyendo la funcionalidad de esta bajo la tecnología 3G en incluso LTE.

Esta investigación beneficia a todos aquellos estudiantes y docentes que les interese el tema y deseen informarse al respecto. La misma fue desarrollada en la Universidad Nacional de Ingenierías en el Recinto Universitario Simón Bolívar de igual manera en las instalaciones del sitio MN0235_CETEL de Claro Nicaragua.

Cabe señalar que se tomó la decisión de llevarla como monografía y no como proyecto por razones meramente económicas. Ya que de esta manera se presentaran datos reales sobre el proceso del tema en cuestión, así beneficiara aún más, siendo este ejecutado en un sitio que está en producción.

Antecedentes

Previo a la investigación, revisamos trabajos relacionados al tema y se notaron dos documentos, el primero con título **“Diseño de una estación base para su integración en una red celular basadas en tecnologías GSM/UMTS”**, fue desarrollada por los Ingenieros **“Norlan Benito Vilches”** e **“Ismael Antonio García Sánchez”** y tutor **PhD. Marvin Arias Olivas**; que enfoca su estudio en el diseño, pre integración de la RBS desde los aspectos legales hasta realizar Initial Tuning, esto lo realizan con la Herramienta Atoll, pero no realiza detalle del funcionamiento de cada parte de la RBS, incluyendo los procedimientos lógicos de configuración para la integración en campo y en RAN.

El segundo documento con título **“Procedimientos de Optimización en Redes de Acceso 3G WCDMA/HSPA y su efectividad en Casos de Estudio en Nicaragua”**, desarrollada por los Ingenieros **Lederman Noel Villarreal Tercero** e **Leandro José Pérez Agurcia** y tutor **PhD. Marvin Sánchez Garache**; el estudio está centralizado en los diversos procedimientos de optimización para obtener un mejor rendimiento en los Indicadores de calidad utilizados para los servicios de voz y transmisión de datos cuando se emplea HSDPA (“High Speed Downlink Packet Access”). También se exponen casos relacionados con el Acceso a la red móvil y los procedimientos de optimización para la resolución de estos. Tomando en cuenta lo antes mencionado, se efectuó el estudio de la Integración de la RBS bajo cobertura 3G, con más detalle en la implementación y en menor instancia en el diseño, puesto que, este último fue el tema desarrollado en uno de los documentos vistos anteriormente. Pensamos que nuestra investigación complementa los estudios anteriores, porque los dos documentos no abordan la implementación de la RBS ni especifican la funcionalidad de las partes que lo conforman, hasta ser funcional en su entorno como parte de la Red de Radio Acceso.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

Como parte del trabajo monográfico, estudiaremos los términos teóricos necesarios, siendo estos importantes complementos para el desarrollo del mismo.

1.1. Tecnología UMTS (Sistema Universal de telecomunicaciones Móviles).

Debido a la baja capacidad que poseía la tecnología GSM para cubrir la gran demanda de tráfico de datos, empieza la búsqueda de un sistema que sea capaz de conmutar datos a alta velocidad para usuarios multimedia, roaming internacional (dato y voz) y un método de alta seguridad en cuanto al acceso a estos servicios; así, se desarrolló el estándar europeo UMTS, el cual es miembro de la familia global IMT-2000 del sistema de comunicaciones móviles de tercera generación de la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones); **se basa en el método de Acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA)**, esta tecnología de radio acceso ofrece una mayor eficiencia espectral y mayor ancho de banda que las demás tecnologías de telefonía móvil.

[1]

Como punto importante se puede decir que la ITU creó IMT-2000, y a su vez se derivan UMTS, CDMA 2000 y UWC-136 (no es implementado en la actualidad).

[2].

A continuación se mencionan algunos de los objetivos con lo que se creó UMTS:

- Equipos de usuarios pequeños y económicos
- Penetración profunda, en muchos mercados
- Movilidad (anywhere, anytime)
- Capacidad de Hot Spot
- Calidad de voz
- Roaming global (mediante tarjeta SIM)
- Servicios IM
- Multimedia, entretenimiento
- Flexibilidad de mezclar diferentes tipos de portadoras
- Servicios de alta velocidad de bit (>200 kbps).

1.1.1. Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA).

WCDMA es la técnica de radio acceso utilizado en UMTS; utiliza técnicas de espectro ensanchado (**Spreading**), esto con el fin de evitar interferencia entre las señales de información que se transmite. La idea con el que fue creada, es el acceso múltiple de usuarios, todos en el mismo tiempo y en la misma frecuencia. La capacidad de albergar gran cantidad de usuarios en un canal de ancho de 5Mhz, está dado por el uso de códigos de envoltura (Scrambling code).

Extendido por secuencia directa: Es el método de ensanchado utilizado en la tecnología WCDMA. La señal se expande utilizando secuencias de códigos (Chip) ortogonales, llamado también proceso de canalización, esto tanto en el enlace de subida como en el enlace de bajada; en donde cada bit de la señal de información se le agrega un factor C de códigos, momento en que se da espontáneamente el aumento en el ancho de banda de la señal de información. Existe un término denominado Factor de ensanchamiento (SF), con el cual se define el tamaño de la información ensanchada, cada usuario tiene valores distintos de ensanchamiento, lo cual indica que la información de cada usuario difieren en sus bits de ensanchado. Tienen como función la separación de servicios destinados a los usuarios.

Scrambling Code: Es utilizado tanto en el enlace ascendente como en el enlace descendente, esto para que una estación base distinga los equipos de usuarios, y que los equipos de usuarios distinga los distintos nodos a los cuales podría acceder. Este es el proceso final de extendido, el receptor tiene que conocer los códigos con el cual se realizó el ensanchado de la señal recepcionada. Existen 2^{28} códigos de revoltura para el enlace de subida, estos para la identificación de los UE's en determinada área y 511 códigos de revoltura para la identificación de cada sector en una celda, estos en el enlace de bajada, los cuales están separados con una distancia de 8 uno de otro. El código de revoltura utilizado es

seleccionado por la red, el móvil es informado por un mensaje en el enlace de bajada acerca de cuál código utilizar.

Recepción de la señal extendida: La forma de recupera una información de interés de entre todas las señales que se han transmitido, es utilizando el mismo código con el cual se realizó el ensanchamiento, dicho código es multiplicado por la señal que se desea recuperar; las demás señales son consideradas como ruido y permanecen ensanchados. La figura 1 muestra el diagrama de bloques de los procedimientos de ensanchado y procesos de recuperación de la señal en el receptor.

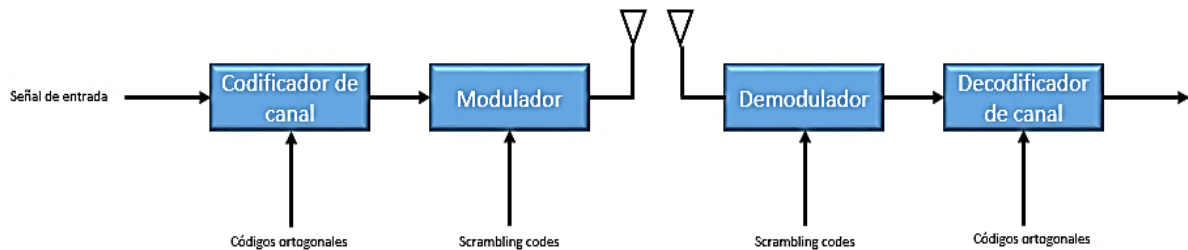


Figura 1. Proceso de extendido y recuperación de la información.

División del enlace de transmisión: WCDMA utiliza la técnica FDD para dividir sus enlaces, esto en el enlace de subida y bajada, separadas por dos canales de 5Mhz, esta técnica le da la capacidad de la comunicación duplex, en el cual múltiples usuarios pueden realizar una sesión de llamadas, y realizar una conversación bidireccional simultáneamente, sin retardos.

Modulación de los datos: Las técnicas de modulación nos permite transmitir información a largas distancias, estos ya sean por medio de señales de radio u líneas físicas. Una señal digital no puede ser transmitida en formatos de bits a través del medio aéreo; transportar la información mediante una señal portadora, esta comúnmente una señal analógica Sinusoidal es un método eficaz para

evitar corrupción en la señal de información (Interferencia). Las tecnologías en la actualidad utilizan la modulación de amplitud en cuadratura (QAM). Esto debido a que la filosofía del mundo moderno, es el transportar más información en un canal ligeramente limitado.

Modulación QAM: Esta técnica de modulación se basa en la alteración de la fase (desfase de 90°) y amplitud de una señal portadora; las señales digitales se separan en grupos de m bits, cada uno con diferentes estados de modulación, dando así la cantidad N , que son todos los estados de modulación de la técnica utilizada (N -QAM: 16-QAM, 64-QAM, etc.). WCDMA utiliza dos canales para el transporte de datos, estos para el enlace de subida (Uplink) y enlace de bajada (Downlink). Cada uno con valores de modulación QAM distintos. Para el caso de la modulación en enlace de bajada se emplea 64-QAM, proporcionando tasas de transferencia de un máximo de 28 Mbits/s y en enlace de subida se utiliza el esquema de 16-QAM, este proporciona una tasa de transferencia de 11.5 Mbits/s. Con este esquema se define la tecnología HSPA+. Los estados N de modulación, se representan en un diagrama de constelación. La siguiente figura muestra los dos esquemas de modulación empleados en WCDMA.

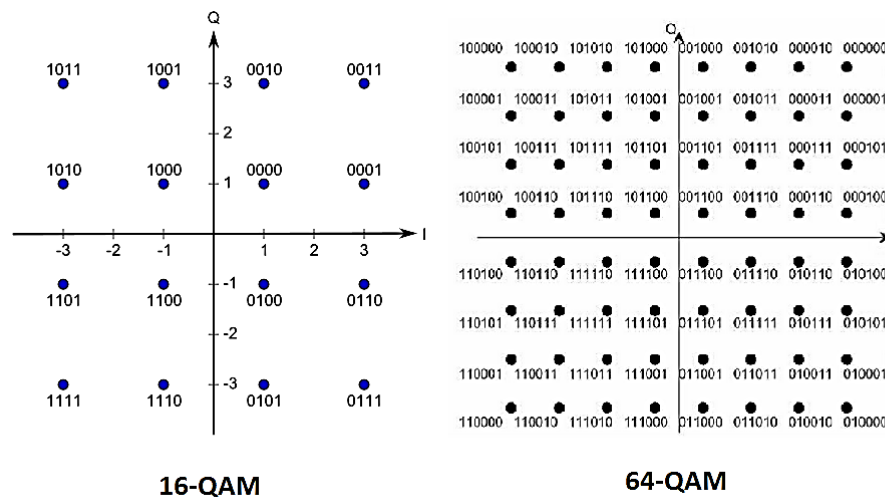


Figura 2. Izquierda: Esquema de modulación 16-QAM. Derecha: Esquema de modulación 64 QAM.

Características de la tecnología WCDMA.

- WCDMA ofrece una capacidad muy alta con 50 a 80 canales de voz por portador de 5 MHz (en comparación con 8 canales por portadora con 200 kHz para GSM).
- Con WCDMA, dos bandas de frecuencia se han asignado - una para el envío de datos desde el terminal y uno para recibir datos en el terminal. Esta técnica se denomina simétrica.
- WCDMA proporciona una mayor capacidad y una mayor cobertura: hasta ocho veces más tráfico por portador en comparación con un portador de CDMA de banda estrecha tales como CDMA-One.
- WCDMA soporta estructuras celulares jerárquicas, empleando Mobile Assisted Inter Frequency Handover (MAIFHO).
- WCDMA soporta la detección multiusuario - un mecanismo para reducir el acceso a múltiple interferencias y aumentar la capacidad.
- WCDMA habilita el uso opcional de arreglos adaptivos de antenas. Un concepto que permite la optimización de los patrones de antenas.

1.1.2. Arquitectura de RAN WCDMA.

RAN WCDMA es la red de acceso de radio para UMTS que conecta el núcleo de la red (CN) y el equipo de usuario (UE). Proporciona también las interfaces hacia los diferentes sistemas de gestión externos.

El CN es responsable de conmutación y enrutamiento de llamadas y conexiones de datos a UE's o redes externas. También es responsable de proporcionar la movilidad y ubicación en el más alto nivel de la UE. Maneja tantos servicios orientado a paquetes (datos) y servicios orientados al circuito (voz). Hasta 4 CN pueden compartir el mismo RAN, incluida la NE's, sistemas radiantes e infraestructura. CN de Ericsson combina la CN GSM y WCDMA en la misma aplicación.

La UE incluye todos los tipos de equipos (terminales) utilizados por los suscriptores; puede tener una función de modo dual para acceder a redes móviles 2G y 3G. Consta de dos partes, el equipo móvil (ME) y el módulo UMTS de identidad de suscriptor (USIM). El ME, es el terminal de radio utilizado para la comunicación, y el USIM es una tarjeta inteligente que contiene la identidad del suscriptor, realiza algoritmos de autenticación y almacena las claves de autenticación y cifrado junto con la información de suscripción para la UE. La figura 3 ilustra los principales elementos de red (NE) y las interfaces de RAN. La RAN proporciona todo el tráfico relacionado con la funcionalidad y sistemas de gestión de subred (herramientas OSS-RC y planificación). Los elementos de red (NE) de tráfico son la Radio Network Controller (RNC), la Estación de Radio Base (RBS) y los nodos de la red de transporte. El RNC y sus RBS's conectados se refieren como el subsistema de red de radio (RNS). En seguida se describe cada NE en RAN.

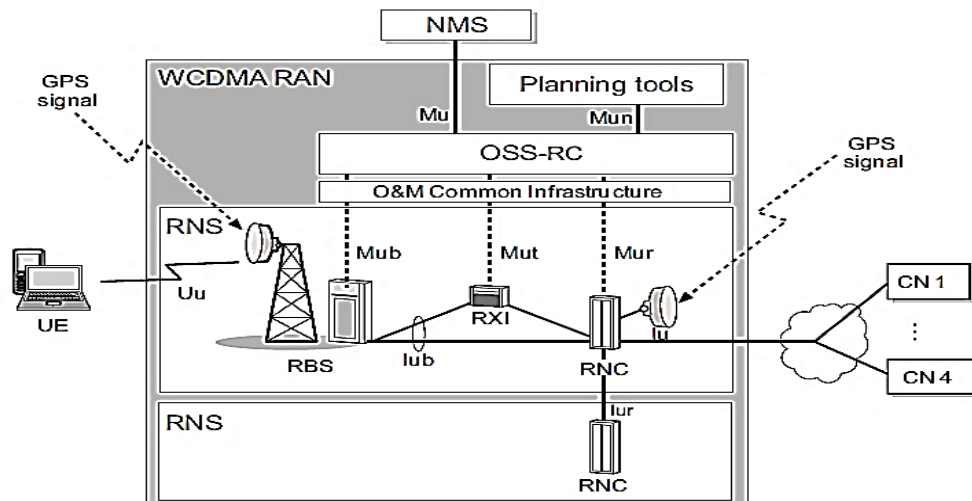


Figura 3. Elementos de Red, e interfaces RAN WCDMA.
(Ericsson, System Description WCDMA RAN, 2011)

Radio Network Controller (RNC).

El RNC es un NE de tráfico que gestiona enlaces de radio, recursos de radio y controles de movilidad. La mayoría de las características de RAN están controladas por el RNC. A continuación se presentan las principales funciones del RNC:

- Administrar y asegurar el uso óptimo de los recursos de radio de RAN.
- Control de la movilidad y la entrega o handover dentro de RAN, también incluye la macro diversidad.
- Funciones de traspaso o handover entre GSM y WCDMA y el cambio entre las celdas WCDMA y GSM / GPRS.
- Configuración y liberación de Portadoras de Radio Acceso (RAB), servicios tanto de circuito conmutado y de conmutación de paquetes de datos.
- Proporcionar un servicio portador transparente para mensajes de control entre el núcleo de la red (CN) y el equipo de usuario (UE).
- Funciones de control de Apoyo para paging de UE, manejo de señalización de conexiones y el manejo del servicio de portador de radio acceso.
- Proporcionar funciones de gestión de elementos
- Servicios de posicionamiento de UE.

Radio Base Station (RBS).

La RBS es un elemento de red de tráfico responsable de la transmisión y la recepción de radio, en una o más celdas, hacia y desde el UE. Corresponde al **Nodo B** en las especificaciones 3GPP. En nuestra investigación se integró un sitio con RBS de la familia **6000**, específicamente el **modelo 6101 del fabricante Ericsson**.

La figura 4 muestra la arquitectura esquemática del nodo B. Básicamente la funcionalidad está dividida en dos partes principales. Funciones del plan de usuario, incluyendo el transporte, la banda base, y el procesamiento de radio, y la funcionalidad de plano de control tanto el control del tráfico y OAM (Operación, administración y Mantenimiento). En la base existe la infraestructura y plataforma de funcionalidades que hacen que todas las partes encajen. La interfaz de usuario (UI) es la interfaz hombre-máquina proporcionada al operador a través de aplicaciones o herramientas propias del proveedor tales como: RBS Network Element Manager, RBS Cabinet Viewer en el caso de la marca **ERICSSON** y Local Maintenance Terminal en el caso de la marca **HUAWEI**, etc.

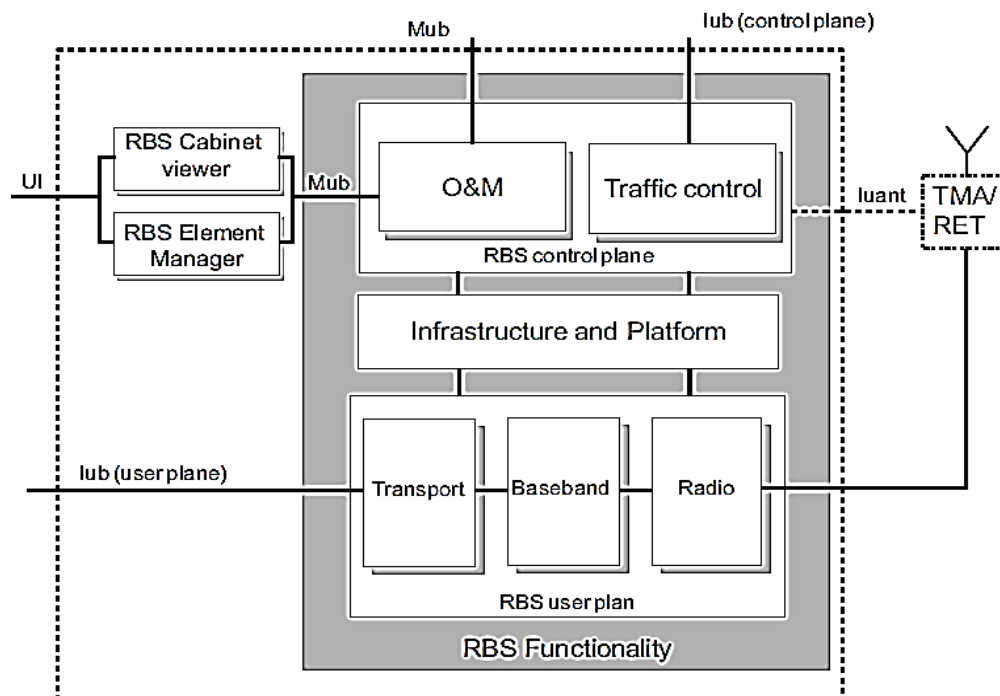


Figura 4. Arquitectura de RBS o Nodo B.
(Ericsson, System Description WCDMA RAN, 2011)

Operations Support System — Radio and Core (OSS-RC).

OSS-RC es la colección de todas las funciones que proporcionan apoyo a la gestión de red en RAN WCDMA. Los grupos destinatarios de estas herramientas son los operadores del centro de gestión de red. Tiene constante y directo acceso a los diferentes nodos. Da una visión consolidada de información de RAN WCDMA, tales como alarmas, configuraciones y rendimiento básico. Así también proporciona varias interfaces para una fácil integración con el entorno de gestión existente.

Transport Network (Red de Transporte).

La Red de Transporte se encarga de la comunicación entre los elementos de red dentro de RAN WCDMA y entre CN y la misma. Cabe mencionar que es de vital importancia, a pesar que no se considere parte de RAN WCDMA.

Nodo RXI.

RXI es un NE de tráfico dentro de la red de transporte y es responsable de agregación de tráfico, de los enlaces de transmisión de baja velocidad de RBS a enlaces de transmisión de alta velocidad en el RNC, función similar al del TRAU.

Interfaces Externas en RAN.

La RAN WCDMA tiene dos interfaces externas para el tráfico y la señalización de control, Uu e Iu, y una serie de interfaces de gestión externas.

Interfaz Iu: Es la interfaz UTRAN estandarizada, abierta para múltiples proveedores, para conectar la red de acceso WCDMA con la CN y demás interfaces externas. Comprende un punto de referencia entre el nodo RNC y tres diferentes dominios de CN: Para los circuitos Conmutados (CS), paquetes Conmutados (PS) y el Centro de Broadcast (BC). Entonces se tienen:

- **Iu-Cs:** Interfaz que conecta al RNC con la MSC (Mobile Switching Center)

- **Iu-PS:** Interfaz que Conecta al RNC con el SGSN. tiene siempre la señalización e interfaz de datos de usuario hacia el SGSN.
- **Iu-BC:** Interfaz utilizada por el centro de difusión celular (CBC) para enviar mensajes de reconocimientos a los UE's. El RNC almacena los mensajes de difusión y los horarios de transmisión por la interfaz aérea.

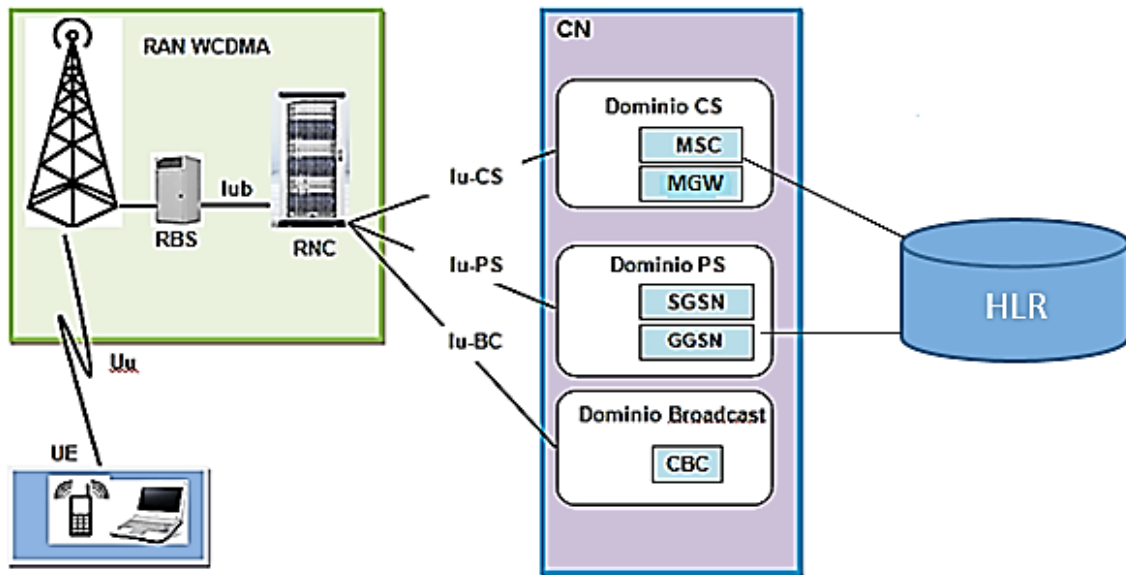


Figura 5. Ilustración de la interfaz Iu y los dominios de CN conectados.

Como se muestra en la figura 1. RAN WCDMA permite la conexión entre el UE y el Núcleo de la Red. La tercera generación de telefonía móvil, adapta una estructura similar a la del núcleo que gobiernan a GSM.

Núcleo de la red (CN).

Se encarga del establecimiento y finalización de llamadas, tarificación y registro de usuarios, así también permite la conexión de los UE a los servicios de internet. De la imagen anterior, describimos los siguientes componentes:

Media Gateway for Mobile Network (M-MGW).

En la capa de conectividad, el MGW utiliza interfaces abiertas para conectarse a diferentes tipos de nodos en la red principal y redes externas. El interfaz MGW facilita una separación de las capas de control de red y conectividad; se encarga de hacer traducciones de paquetes de datos (IP, E1, T1, etc.) todo con el fin de hacer posible la comunicación con distintas tecnologías de la red de telefonía móvil.

Cell Broadcast Center (CBC).

Es un elemento del núcleo de la red, encargado de definir la ruta a donde se enviará mensajerías de difusión, esto a los UE que están bajo un área o clúster de su dominio. Este medio, es por el cual se realizan el envío de mensajería corta (SMS).

Serving GPRS Support Node (SGSN).

Es un componente principal en GSM y sistemas de red UMTS; el cual reenvía paquetes IP entrantes y salientes dirigidas a determinado UE, que está unido dentro del área de servicio SGSN. Gestiona el direccionamiento de paquetes y sirve a todos los abonados que están físicamente ubicados dentro del área de servicio geográfico. El tráfico (Conmutación de paquetes) se encamina al equipo de usuario desde el SGSN al RNC y a través del nodo B. Así también es utilizado para la facturación de los equipos móviles que utilicen servicios de roaming y gestión de localización de los mismos.

Gateway GPRS Support Node (GGSN).

Es el segundo tipo de nodo nuevo, el cual es utilizado como puerta de enlace para conexión con redes externas (internet) de una red celular móvil, esto enfocado a los servicios de dato. Puede manejar servicios de facturación y autenticación.

1.1.3. Protocolos de Señalización en RAN UMTS.

Señalización en RAN WCDMA.

Core UMTS utiliza la señalización SIGTRAN para el establecimiento de conexión de determinado servicio, estos son utilizados para la comunicación entre elementos de alta jerarquía (RNC, MSC, HLR, VLR, CS-MGW). En la siguiente figura se muestran los protocolos de señalización utilizados en los nodos de RAN WCDMA:

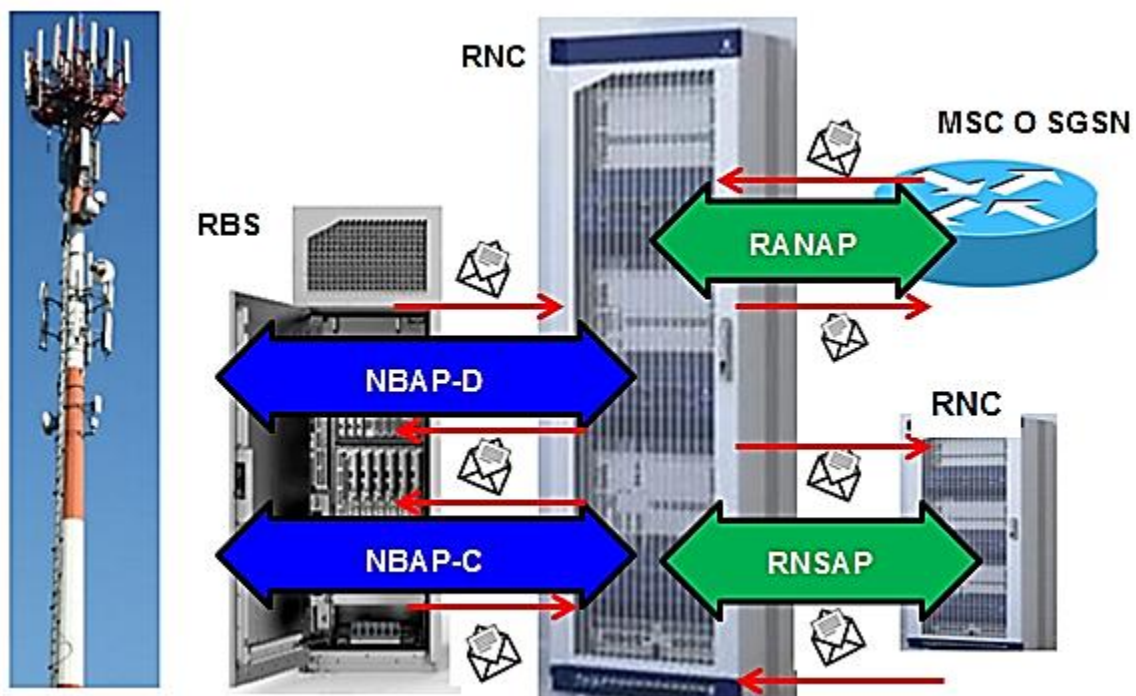


Figura 6. Protocolos para RAN WCDMA

Node B Application Part (NBAP): Es el protocolo correspondiente a la Interfaz Iub, establece la comunicación entre el RNC y el Nodo B. Se encarga de la gestión y supervisión del enlace, así también de la gestión de configuración de celdas; contiene información necesaria para que el nodo B pueda comunicarse con un UE en específico, y establecer la comunicación con la CRNC. Se divide en dos componentes esenciales; el NBAP común y el NBAP dedicado.

Node B Application Part-Common (NBAP-C): Se encarga de la configuración (potencia de transmisión, Scrambling code primario, sincronización), reconfiguración y eliminación de una celda, actualizar la información del sistema y manejo común de los canales de transporte.

Node B Application Part-Dedicated (NBAP-D): Es responsable de la adición, configuración de sincronización, supervisión y eliminación de un enlace de radio. Controla la potencia en DL y realiza mediciones de los recursos dedicados.

Radio Access Network Application Part (RANAP): Protocolo de señalización responsable de la comunicación entre RNC's y MSC's/SGSN's. Se implementa en las interfaces Iu. Gestiona funcionalidades como **pagin**, señalización de establecimiento de conexión (UE mensaje inicial), la transferencia de información NAS entre el UE y CN (transferencia directa) y portadoras de radio acceso. Es un usuario de la capa SCCP en SIGTRAN.

Radio Network Subsystem Application Part (RNSAP): Es el protocolo de señalización responsable de la comunicación entre RNC's. Se implementa en los interfaces Iur. Al igual que RANAP es un usuario SCCP. Se compone de cuatro funciones distintas.

- Permite la señalización entre RNC's.
- Soporta el tráfico de canal dedicado.
- Soporta el tráfico de canal común.
- Administración de recursos globales (temporización de nodos b y mediciones de celdas).

Interfaz de Tráfico para el Plan de Usuario.

Algo muy importante que no podemos obviar, son las interfaces de tráfico que ocupa RAN WCDMA en UMTS para el plan de usuario; estos para el control de los UE. Se clasifican en interfaz de canales Físicos, Canales de transporte y Canales Lógicos. Para Ello nos apoyaremos con la figura 9.

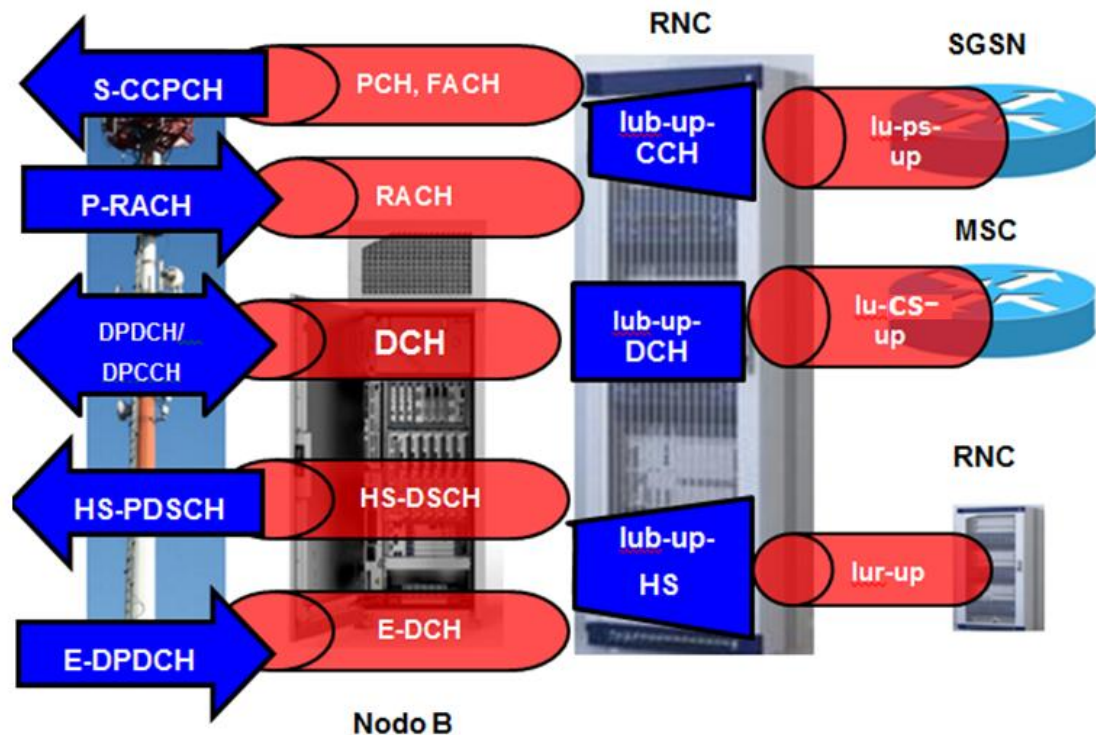


Figura 7. Interfaces de Trafico para el Plan de Usuario

PCH (Paging Channel): Es un canal de transporte del enlace de bajada; lleva información de paginación; cuando un UE está identificado en un clúster (varias celdas) en la red, este envía mensajes de difusión a cada celda, con el fin de establecer comunicación en cualquier punto, en el que este se encuentre. Es utilizado cuando la red desea realizar conexión con determinado usuario (Mensaje, llamadas).

FACH (Forward Access Channel): Es un canal común de transporte el enlace de bajada; transporta información de control al UE bajo el dominio de cierta celda. La RNC utiliza este canal para enviar mensajes de autorización o no autorización cuando se efectúa accesos aleatorios de usuarios.

RACH (Random Access Channel): Es un canal de transporte del enlace de subida; utilizado en la transmisión de pequeñas cantidades de datos para acceso inicial de determinado UE a una celda en particular. Lleva información de usuarios a la UTRAN.

DCH (Dedicated Channel): Es un canal de transporte de enlace bidireccional. Utilizado para llevar información de tráfico (voz y datos) y de control dedicado.

HS-DSCH (High Speed Downlink Shared Channel): Es un canal de transporte del enlace de bajada; el cual agrega capacidad de rápido y flexible multiplexación de usuarios, así también aumenta la tasa de datos y la eficiencia espectral.

Enhanced Dedicated Channel (E-DCH): Es un recurso utilizado en particular para la facilitación de alta velocidad ascendente de paquetes (HSUPA), un protocolo para crear altas velocidades de enlace ascendente para los paquetes de datos en los sistemas 3G. En HSUPA, estos tipos de canales adicionales proporcionan capacidad de señalización adicional.

Secondary Common Control Physical Channel (S-CCPCH): El S-CCPCH se utiliza para transportar el FACH y el PCH.

Physical Random Access Channel (PRACH): Es utilizado para transportar el RACH, para iniciar la transferencia de enlace ascendente de datos de usuario o información de señalización.

Dedicated Physical Data Channel (DPDCH): Se utiliza para transportar a los canales dedicados (DCH). Puede haber cero, uno o muchos DPDCH en cada enlace de radio de subida. Se asignan como pares (UL, DL) al momento de realizar conexiones de tráfico (voz) y control.

Dedicated Physical Control Channel (DPCCH): Transporta información de control durante una conexión dedicada; esa información consiste de varios bits pilotos conocidos que ayudan a la estimación de canal para llevar a cabo la detección coherente y el control de potencia transmitida. Existe solo un DPCCH en cada enlace de radio.

HS-PDSCH (High Speed Physical Shared Channel): HS-PDSCH es un canal físico de enlace descendente que transporta datos de usuario y bits de cabecera de capa 2 mapeados desde el canal de transporte: HS-DSCH. Es un canal agregado a UMTS para aumentar las velocidades de datos del enlace descendente.

E-DPDCH (High Speed Physical Shared Channel): Es un canal físico de enlace Ascendente que transporta datos de usuario **E-DPDCH** se utiliza para llevar el canal de transporte E-DCH. Puede haber cero, uno, o varios E- DPDCH en cada enlace de radio.

Common Pilot Channel (CPICH): Indica a los UE's si deben proceder con la lectura y decodificación del canal de paginación (PCH).

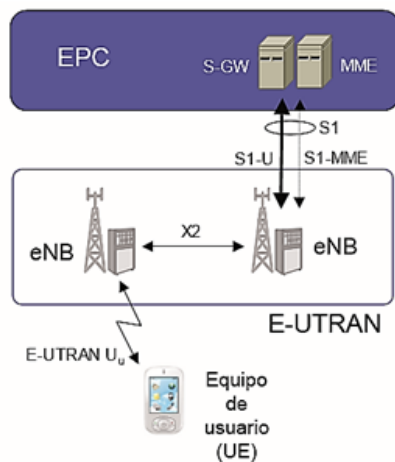
Synchronization Channel (SCH): El canal de sincronía es una señal en el enlace de bajada utilizada para la búsqueda de células. Se clasifican en SCH primario y secundario. Especifica los SC que se encuentran en determinadas celdas.

Canal Indicador de adquisición (AICH): Notifica a los UE's la aceptación o denegación de acceso a determinada sesión (dato o voz).

Tecnología de 4^{ta} generación LTE Advanced.

La necesidad de aumentar la capacidad de velocidades de tráfico de datos ofrecidas por las tecnologías de 3G y reducir la latencia ocasionada por el traspaso de información entre capas de la red (Node B, Iub, RNC), promovió el estudio de técnicas de radio acceso y estructuración de red; el año 2007 se presenta ante el mundo de las telecomunicaciones el estándar para las tecnologías de 4^{ta} generación el cual en la actualidad está definido como LTE Advanced, este promete la transmisión de una señal sobre 100 MHz de ancho de banda, con velocidades teóricas de 1 Gbit/s en downlink y 500 Mbit/s en Uplink, cuyas tasas son superiores a las de la tecnología de 3.9 G (HSPA+). En LTE Advanced, los eNode B realizan todas las funciones de gestión de tráfico, SHO, señalización entre nodos, y transporte del tráfico al Core (EPC), a esta estructura se le conoce como E-UTRAN. La filosofía de LTE Advanced es reducir el traspaso del tráfico por nodos de gestión externas, cada eNode B tiene la capacidad de gestionar el tráfico y la asignación de recursos de radio en UL y DL (scheduling); las funcionalidades de corrección de errores mediante mecanismos ARQ, HARQ son también implementados por el eNode B.

LTE Advanced utiliza el esquema de radio acceso OFDMA en DL y OFDMA y SC-FDMA híbrido en UL, acompañados con técnicas de modulación de 16QAM, 64QAM. El uso de múltiples antenas receptoras en la transmisión y recepción (MIMO 8x8 DL, 4x4 UL), permite el acceso a más usuarios y mejor aprovechamiento de las señales de multi trayecto. En la siguiente imagen podemos observar la estructura con el cual se propuso la tecnología de LTE Advanced, y sus interfaces de conexión con los demás elementos en la red.



Entidades de red	Denominación	Descripción
	Evolved NodeB (eNB)	Estación base de la red de acceso E-UTRAN
Interfaces	Denominación	Entidades de red asociadas
	E-UTRAN Uu (también denominada LTE Uu o interfaz radio)	eNB UE
	X2	eNB eNB
	S1-MME	eNB Red troncal EPC (MME)
	S1-U	eNB Red troncal EPC (S-GW)

Figura 8. Izquierda: Estructura de la red LTE; Derecha: Interfaces entre elementos.

(Comes, Álvarez, & Palacio Casadevall, 2010)

1.2. Radio Base Station (RBS).

A continuación se abordarán conceptos básicos necesarios para el desarrollo de esta investigación. La cual contempla la RBS modelo 6101 de la Marca Ericsson.

Ericsson.

Ericsson es una compañía fundado en el año 1876 en Suecia por Lars Magnus Ericsson; es el proveedor líder mundial de equipos y servicios de telecomunicaciones para operadores de redes móviles y fijas. Más de 1000 redes en más de 180 países utilizan equipos Ericsson, y más del 40% del tráfico móvil del mundo pasa a través de las redes de Ericsson. Es el proveedor principal de tecnología de telecomunicaciones de las dos grandes empresas de telefonía en Nicaragua.

1.2.1. Nodo B (RBS 3G).

Forma parte de la estructura RAN (Radio Access Network). Proporcionan recursos de radio, codificación de canal, modulación y demodulación de señal de radio frecuencia, maneja la transmisión y recepción de radio hacia y desde la UE (User Equipment).

Las funciones de la RBS están divididas en funciones de tráfico y O&M:

- Las funciones relacionadas con el tráfico se encargan de manejar el tráfico y el control de la comunicación de datos del usuario con el RNC y el UE. Esto también incluye la manipulación de células, canales y modo de transferencia asíncrono (ATM) o enlaces Ethernet.
- Las funciones de operación y mantenimiento (O&M) es para asegurar que el sistema se vuelva y permanezca operativa. Maneja el mal funcionamiento de equipos, hardware, software, ampliaciones, y supervisa el rendimiento de la RBS.

Servicios principales:

- Telefonía móvil (voz)
- Paquete de datos, que incluye:
 - High-Speed Packet Access (HSPA), High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) utilizando tecnología 16-64 QAM y Multiple-Input Multiple-Output (MIMO)
 - Enhanced Uplink (EUL) con 2 ms and 10 ms (TTI) Transmission Time Interval.
- Información digital sin restricciones
- Receptores bidireccionales y transmisores bidireccionales
- Servicio de mensajería corta (SMS)

- Servicio de difusión de la célula
- Servicio de difusión y multidifusión multimedia
- Posicionamiento y localización móvil
- Codificado

1.2.2. Hardware.

Está compuesto por un sistema de soporte, unidad digital y unidades de radio.

- **Sistema de soporte:** Proporciona el entorno mecánico para la parte digital y radio, contiene la fuente de alimentación y distribución, gestión de alarmas externas, y el control climático.
- **Unidad digital:** Proporciona procesamiento de banda base, terminación de transmisión, interfaz de radio, y las funciones de control.
- **Unidad de radio:** El hardware de radio proporciona la modulación y demodulación de señales de banda base a varias bandas de Radio Frecuencia (RF). Las Unidades de Radio (RU) también son responsables de la amplificación de potencia y filtrado de RF.

1.2.3. Software.

La arquitectura de software de la RBS consiste en la plataforma de conectividad de paquetes (CPP) y la capa de programa de aplicación:

- El CPP proporciona a la RBS un sistema distribuido de control en tiempo real, un sistema de gestión de elementos, un sistema de transporte de paquetes basado en ATM o IP sobre Ethernet que incluye el hardware necesario.

- La capa de programa de aplicación; es el programa de aplicación que se ejecuta en la parte superior de la capa de plataforma común y define la función específica de un RBS.

1.2.4. RBS e Interfaces.

La RBS utiliza las interfaces de transmisión **Iub** y **Uu**:

- **Interfaz Iub:** Es el interfaz estandarizado entre la RBS y el RNC. La interfaz Iub transmite señalización relacionados con la aplicación de radio, tramas de radio, y la estimación de calidad de tramas de radio de enlace ascendente y datos de sincronización. El Iub tiene varias capas de protocolo: la capa física, la capa de enlace y la capa de red. La interfaz Iub se puede llevar a través de ATM, IP, o una combinación de ATM e IP (dual stack).
- **Interfaz Uu:** Es la interfaz de radio entre el RBS y el UE. El Uu es una interfaz que se estratifica en tres capas de protocolo: la capa física, la capa de control de enlace y la capa de red.

Interfaces de acceso a la RBS.

El nodo B utiliza los interfaces de acceso **Mub**, **Mui**, **VMI**, y las interfaces de acceso **GUI**.

- Interfaz **Mub**: Es la interfaz de administración de la RBS, utilizado en contraste con la Iub por la OSS-RC (Sistema de Soporte y Operación-Radio y Núcleo).
- Interfaz **Mui**: La interfaz Mui ofrece mecanismos de apoyo para gestionar y acceder a los servicios proporcionados por COMIF (Infraestructura común de operación y mantenimiento).
- Interfaz **VMI**: La interfaz **VMI** se compone de indicadores, interruptores, botones y cables. Todas las placas están equipadas con indicadores

ópticos o diodos emisores de luz (LED's) que revelan las condiciones de funcionamiento del equipo.

- La interfaz **GUI**: La interfaz gráfica de usuario (GUI), es la interfaz entre el RBS y el usuario. La interacción entre el sistema y un usuario se realiza mediante un cliente, que es parte de la RBS. Un cliente es un ordenador conectado a la RBS con aplicaciones (Element Manager) de software de gestión instalado al nodo.

1.2.5. Modelos de RBS's de tercera generación.

En Nicaragua las operadoras equipan sus sitios con RBS's del fabricante Ericsson, así también sus núcleo de red y RNC's; a continuación presentamos algunos de los más utilizados:

RBS serie 3000: Una de las primeras familias de tecnología de tercera generación del estándar UMTS en RBS's, es la familia de la serie 3000 de Ericsson. El hardware y software de la RBS son de diseño modular, el hardware es flexible, lo cual significa que un mismo equipo puede gestionar la mayor parte de las situaciones de tráfico, fueron diseñadas para satisfacer todas las necesidades de banda ancha. Soportan hasta 12 portadoras por estación base con un máximo de 30W de potencia de salida nominal por portadora y 1536 elementos de canal de radio (Versión macro), los cuales están determinados por el tipo de tarjetas que se le adicione a la RBS. Es un interfaz de radio WCDMA para configuración de grandes células, los cuales pueden ser de instalación outdoor e indoor; los operadores pueden añadir portadoras o incrementar la capacidad de canales al instalar más tarjetas. Mencionamos algunas características de las RBS's de la serie 3000:

- Configuración de sectores-portadoras 6x2, 3x4
- Hasta 60W de potencia de salida por portadora en configuración 6x2

- Bandas de frecuencias más bajas (WCDMA 850/900)
- Rango extendido (200 km)
- Modulación 64 QAM
- Tecnología MIMO (dual Tx, dual Rx)

RBS serie 6000: Es una familia de RBS Multiestandar creado por Global System for Mobile Communications (GSM), WCDMA, y Long Term Evolution (LTE). El hardware es totalmente integrado, soporta las 3 tecnologías de los estándares anteriormente mencionados (2G, 3G, 4G). Existen modelos de RBS que no necesitarán de líneas de feeder para transmitir señales, esto se debe a que utilizan líneas de fibra óptica para transportar los datos hacia las RRU (Remote Radio Unit), para luego ser procesadas y enviadas al sistema radiante (antena), luego ser transmitidos por ondas de radio. Existen diferentes modelos de RBS de la serie 6000 tanto de instalación interna como externa. Entre los modelos actualmente utilizados se tiene: 6101, 6102 y 6601.

RBS 6101: El modelo de RBS 6101 es uno de los más utilizados por sus características dimensionales; son de instalación tipo outdoor (RBS de exterior). Dependiendo del tipo de radio que se utilicen, pueden contener más de 2 unidades digitales en su interior (DUW), de un máximo de 5 unidades digitales. Internamente pueden alojar un máximo de 6 radios, dando como resultado una configuración de radio 3x2 MIMO 2X2, debido a su dimensión limitada, no es posible instalar respaldo de baterías en su interior, razón por el cual se instala en conjunto con el gabinete BBS (Sistema de Respaldo de Batería). El uso de línea de feeder o línea de fibra óptica dependerá del tipo de radio que se utilicen, éstas pueden ser RU's (utilizan línea de feeder para el transporte de señal al sistema radiante) o RRU's (radios instalados cerca de la antena), las cuales requieren de fibra óptica para la recepción o envío de datos a la unidad digital.

1.2.6. RBS's utilizados por otras operadoras en Nicaragua.

La cantidad de fabricantes de equipos para el procesamiento de señales en banda base son múltiples, pero los más sobresalientes son las fabricadas por Nokia, ZTE, Huawei y Ericsson; los cuales difieren en su capacidad de recursos de canal, consumo energético y capacidad de ampliación. La red actual de Telefónica (Movistar), adapta en sus sitios RBS, diferentes hardwares para el acceso de sus usuarios, actualmente siendo los más explotados: la RBS **ZXSDR B8200** de ZTE, Huawei **3806** y la RBS **6101** de Ericsson (tecnología líder en la red de radio acceso en **Claro**). A continuación realizaremos una comparativa entre la tecnología de estos dos fabricantes, en el cual nos enfocaremos en comparar la capacidad de recursos de canal, la flexibilidad que estos ofrecen a futuras ampliaciones (escalabilidad) y el consumo energético (eficiencia energética).

CARACTERÍSTICAS DE RBS'S											
FABRICANTE	MODELO	RRU	RBS CONSUMO ENERGETICO	CE UL	CE DL	HSDPA	HSUPA	GSM	UMTS/WCDMA	LTE	CONFIGURACION DE SECTORES
ERICSSON	6101 (4101)	12B2	800 W/h	768	768	14.4 Mbit	3 Mbit (EUL)	si	si	si	1 a 6 (4Cx-3x3)
ZTE	ZXSDR B8200	R8860	680 W/h	1024	1024	14.4 Mbit	5.76 Mbit	si	si	si	1 a 6 (4CX-3x3)
Huawei	3806	3801C	1.1 KW	192	256	14.4 Mbit	1.92 Mbit	si	si	No	1 a 6 (2CX/RRU)

Tabla 1. Comparación entre RBS ZXSDR B8200 y RBS 6101 (4101).

Recursos de canal CE.

El requerimiento de ampliación que se produce debido a la gran demanda de acceso de usuarios a determinada región con cobertura de telefonía móvil 3G, impulsa a las operadoras a integrar sitios con equipos de gran capacidad para procesar información. Los elementos de canal (CE), son recursos compartidos por todos los usuarios, que permite el enlace de llamas y servicios de datos, entonces la ampliación dependerá directamente de estos recursos. Si observamos a detalle los CE de la RBS ZTE son superiores (1024 UL/1024 DL), en comparación al del fabricante de Ericsson y Huawei, de esto, definimos que la

RBS de ZTE soportará futuras modificaciones para mayor capacidad de tráfico, es un hardware escalable. Pero, también es importante mencionar que las RBS del fabricante Ericsson soportan ampliaciones para agregación de mayor capacidad; esto se logra con tan solo agregar otra unidad digital el cual trabajará sincronizado con el ya existente en el sitio.

Consumo de energía.

Este tema es de suma importancia, ya que un alto consumo representa grandes gastos económicos para las operadoras, cuando se tiene más de 300 sitios con equipos electrónicos de alta demanda energética. Entonces, si se observa detalladamente la diferencia de consumo entre los dos fabricantes, confirmamos que el consumo energético de un equipo ZTE podría ser más eficiente, pero esto dependerá de cuantas tecnologías se integren; debido a que los valores reflejados en la tabla asumen que el sitio se integró con solo 1 tecnología (3G). Entonces, el consumo mensual de cada RBS seria: RBS Ericsson: **576 KW** RBS, ZTE: **489.6 KW** (eficiente), RBS Huawei: **792 KW**. Cabe señalar que el consumo energético de una RBS, depende directamente de la cantidad de tráfico que se esté procesando.

Las RBS's ZTE son de tipo modular, su unidad de transporte IP, esta separa de la unidad de interfaz CPRI; esto no se ve con los equipos Ericsson, pues sus unidades de banda base traen integrado todo las funciones para procesar la información de los usuarios, esto es una desventaja, pues el daño en algunos de sus interfaces (Trasporte IP, CPRI), resultaría con el cambio de toda la unidad digital (DUW). Al realizar dicha comparación, nos atrevemos a decir que futuramente, las operadoras podrán optar por tecnologías con mejores prestaciones que las actuales en uso (Ericsson BBU's), para así poder ofrecer servicios de mayor calidad y eficiencia.

1.3. Sitio Celular.

Se refiere a la posición geográfica de una célula; un sitio celular completo incluye más que una RBS. En cuanto a los elementos que conforman a un sitio tenemos: sistemas de antenas, fuentes de alimentación y respaldo de baterías, materiales de protección e instalación, gabinete de transmisión, refugios (shelters), paneles solares, pilas de combustible, torres, equipos de datos, radio enlaces y generadores eléctricos (MG) diésel.

Elementos que conforman el sistema radiante.

Un sistema radiante está conformado por los siguientes elementos:

Antena: Es el elemento final, que tiene como función irradiar información en forma de ondas de radio. Hay dos tipos de antenas utilizadas: direccionales u omnidireccionales. Para asegurar una alta capacidad de recepción, es importante limitar la interferencia en el sistema, lo cual se logra con la inclinación de la antena (ajuste de tilt). En Nicaragua, y otras partes del mundo, utilizan antenas sectoriales, estos por sus características combinadas (direccional-omnidireccional), logrando con estos una mayor manipulación del haz de radiación.

Feeder: Los cables de feeder transportan la señal en función de voltaje y corriente entre las unidades transmisoras y las antenas.

TMA: Los TMA's compensan la pérdida de la señal ocasionada por la línea de feeder, permitiendo de este modo instalar las unidades de radio, distantes a las antenas.

CAPÍTULO 2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE RBS MODELO 6101 PARA LA RED MÓVIL 3G

2.1. Introducción.

Se presenta y desarrolla el trabajo monográfico, de hecho con mucho entusiasmo. Ya que sabemos la importancia, que este desempeña en la vida de muchos estudiantes y docentes.

Como abordamos en el capítulo anterior, la RBS es uno de los elementos de la Red de Radio Acceso (RAN) y este juega un papel medular en los sistemas de telefonía móvil, se encarga de ofrecer todos los recursos de radio, necesarios en su área de cobertura, para que en primera instancia el usuario obtenga la oportunidad de ingresar al sistema de telefonía; con el UE, la RNC la RBS a través de la interface del aire es posible el acceso al núcleo de la red, en nuestro caso la red UMTS o 3G. Según lo abordado anteriormente desde ahora en adelante a la RBS la conoceremos como **Nodo B**.

Históricamente a nivel mundial el desarrollo de los sistemas de comunicaciones móviles han estado íntimamente vinculados con las necesidades del hombre por comunicarse. En la actualidad, la demanda de servicios por los suscriptores es exponencial, debido a eso las empresas se esfuerzan por ofrecer un sistema confiable que tenga altos índices de disponibilidad y estas están regidas por los llamados KPI (Key Performance Indicator), con esto garantizan el buen desempeño de la red.

Con el afán de ofrecer el mejor servicio las operadoras de Telefonía móvil, vienen extendiendo la RAN a casi todas las partes de una determinada región, donde las personas demanden estos servicio, también actualizan el Hardware y Software instalado en sitios existentes, mejoran la atención a clientes, promociones etc.

El desarrollo de este trabajo monográfico se efectuó en el sitio **MN0235_CETEL** de la Red de radio acceso de sistema 3G de la operadora **Claro**, que es una de

las empresas con mayor presencia a nivel nacional. Para esto debemos de tener presente que cualquier trabajo como el que se trata en el tema es implementado como parte de un proyecto en una determinada región e impulsado por diversos organismos privados o públicos en conjunto con la operadora que ofrezca el servicio. Por tal razón decidimos tomarlo como tema de investigación de monografía, porque los costes del mismo son inmensos y es prácticamente imposible que un estudiante lo impulse por sus propios medios económicos.

Antes de continuar con el tema, tenemos que aclarar que durante el desarrollo de esta investigación habrá documentos legales y datos que por confidencialidad de la operadora no serán presentados.

2.2. Criterios para la Elección de un sitio.

En capítulos anteriores se mencionó, que para brindar cobertura en una región geográfica, esta, es dividida en células o celdas, cada una identificada por un sitio determinado, un sitio se indicó que era un conjunto de Hardware y software instalado (antenas, Nodo B, sistema de respaldo y energía, obras civiles, etc.). Estos por ser sistemas independientes no son considerados partes del nodo B.

También sabemos que un nodo B tiene una cantidad limitada de números de usuarios y que la cantidad de estos estará determinada por la densidad de números de usuarios de la región. Por tal razón hay más nodos B instalados en las zonas Urbanas. De lo antes descrito se logra identificar dos tipos de RBS o nodos B, Los nodos por cobertura y lo nodos por capacidad.

- Nodos por cobertura: Son las instaladas en lugares donde no existía servicio y la densidad poblacional es poca, pero ocupan una región geográfica considerada.

- **Nodos por Capacidad:** Son los instalados cuando la cantidad de usuarios crece y los nodos ubicados no logran abastecer la misma, ocurriendo el congestionamiento por falta de recursos.

En zonas urbanas el número de emplazamientos necesarios para ofrecer un servicio de telefonía móvil con buena calidad, es muy alto en comparación con entornos rurales, y por lo tanto, la densidad espacial entendida como número de estaciones por unidad de superficie, es muchísimo mayor que en zonas con una densidad de población mucho menor y un entorno de propagación más despejado (entornos rurales). [3].

Emplazamiento básicamente es el lugar escogido para ubicar una RBS de telefonía móvil. Desde un mismo emplazamiento y dependiendo de la tecnología de los equipos instalados, pueden ofrecerse al mismo tiempo los servicios GSM, 3G y LTE

A continuación se presentan los diversos escenarios para que se vea necesario el diseño e implementación de una RBS o nodo B:

- Por la ampliación de RAN a una determinada región.
- Para brindar cobertura en ciertos espacios donde la propagación de la señal no sea buena (edificios, zona rural, etc.)
- Por la modernización del Hardware instalado, a uno más actual, con mejores especificaciones de rendimiento y servicios.

En el caso de nuestro tema, el diseño e implementación de la RBS se hará bajo el escenario de modernización de hardware ya que en el sitio, estaba instalada una RBS, pero con capacidades de SW y HW desfasadas, tecnológicamente.

2.3. Ciclo de ejecución para el Diseño e Implementación.

Es importante mencionar que el tema de la monografía es útil para cualquier proyecto donde se impulse el mismo, sea cual sea el caso. Debido a que los métodos son similares, lo único que cambia es el tipo de Hardware a instalar.

Para comenzar en este punto y como se mencionó en la sección anterior se investigó el proceso o ciclo del **Diseño e Implementación de una RBS**. Todo bajo el **escenario de modernización de tecnología** ya que en el sitio donde se ejecutó la investigación, estaba instalada una RBS de especificaciones inferiores y con pocas opciones de escalabilidad de recursos.

En cada uno de los siguientes puntos se desarrollarán las tareas propias de cada uno de los departamentos implicados en la instalación de una RBS, describiendo en detalle los trabajos propios que se desarrollan en un proyecto real. Como en todo proyecto, existe un ciclo de vida y unas etapas que deben ejecutarse una tras otra en orden. No se puede dar paso por ejemplo al diseño técnico del punto si aún no se ha regularizado el aspecto legal de la instalación, ya que posiblemente se cancele el punto por reticencias de la propiedad o problemas de licencias con el ayuntamiento. Por ello, se debe respetar cada paso en el ciclo de vida del proyecto, para evitar la pérdida de tiempo y recursos en un trabajo que no tenemos seguridad de que vaya a salir adelante. Sin embargo, hay algunos trabajos que si permiten su ejecución en paralelo, en el siguiente diagrama vemos el proceso completo:

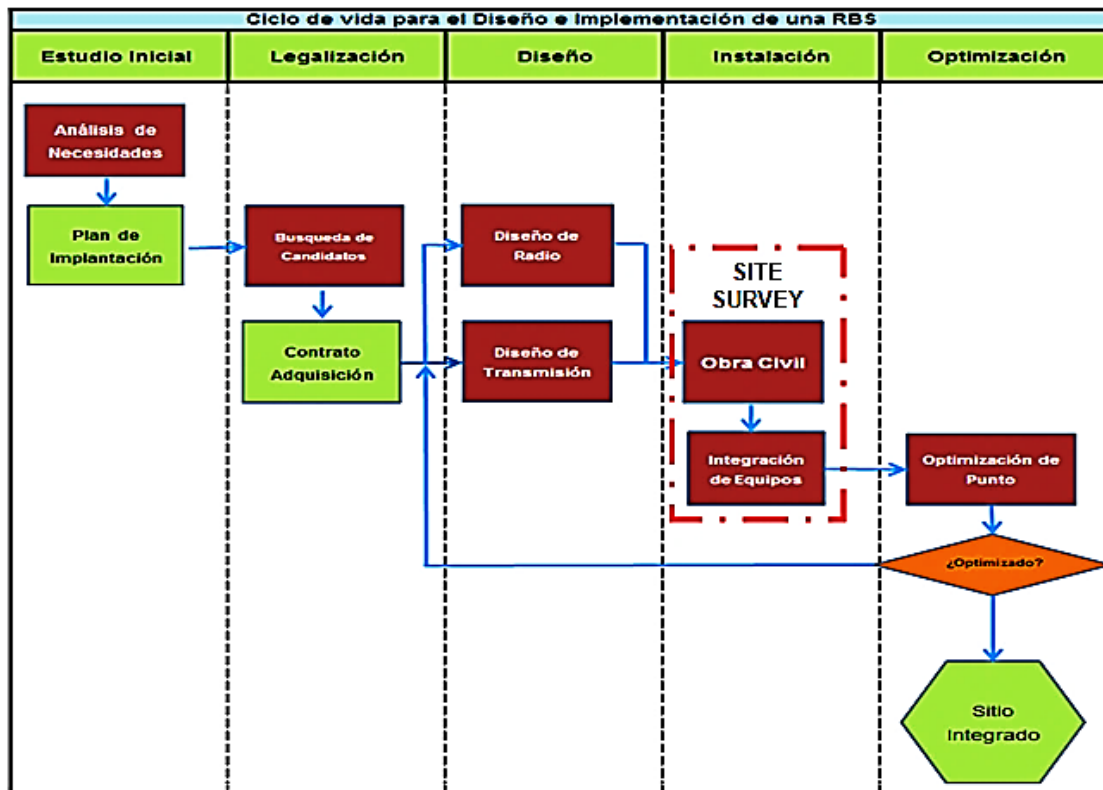


Figura 9. Ciclo de vida para el Diseño e Implementación de una RBS

Cada fase del ciclo de vida, está distribuido por diversas áreas de trabajo en una determinada operadora y por la complejidad del mismo, está conformado por todo un ramo de profesionales desde ingenieros, arquitectos hasta abogados.

En las próximas secciones se describirán las fases que necesitan de una explicación para una mejor comprensión, enfocando más nuestro estudio en aspectos técnicos (Diseño e instalación).

2.3.1. Estudio de Implantación.

En cuanto al estudio de implantación, las diversas operadoras están en continuo esfuerzo por mejorar sus servicios, ya sea ampliando su Red de Radio Acceso

(RAN) o mejorando las instalaciones mediante la modernización de Hardware y Software.

En nuestra investigación todo se llevó a cabo bajo un plan de modernización, en el mismo estaba instalada una RBS marca Ericsson modelo **3518** y con un poste de concreto para soporte del sistema radiante. De igual manera como el sitio es privado y le pertenece a la operadora Claro, solo se establecen las posibles opciones de obra civil y diseño del medio de transporte, RF, etc., todo conforme al nuevo modelo de RBS utilizado.

2.3.2. Legalización.

Esta parte del ciclo se encarga de gestionar todos los trámites necesarios para que se pueda adquirir (compra, arriendo) el terreno donde se ubicara el sitio celular, si por algún motivo no se llega a un acuerdo, estos proceden a consultar con personal de RF para otro posible candidato y así establecer un punto cercano.

2.3.3. El replanteamiento.

Los ingenieros realizan visitas a los puntos candidatos, valorando lo viable que pueden ser al momento de estimar detalles como espacio, condiciones de instalación, etc. y estos son evaluados conforme a los requerimientos de los nuevos equipos a instalar, de los resultados de estas visitas definen una coordenada nominal, que es el punto idóneo para la integración. A este proceso se le conoce como replanteamiento. Cuando es conocido el emplazamiento, respectivamente comienza el estudio, de trabajos de obra civil, con el objetivo de asegurar el éxito y seguridad de todas las partes.

En cuanto a nuestro tema de investigación se establecieron trabajos de albañilería y canalizado (Tuberías, escalerilla), para el cableado y ubicación de la nueva RBS y todos los equipos que forman parte del sitio.

2.3.4. Diseño de Radio.

Esta parte determina, la correcta configuración de todos los parámetros de RF para que sea posible la comunicación entre la RBS y los usuarios. Recordemos que el medio que se utiliza es el aire o interfaz RF; se determina la inclinación, altura, potencia, etc. de la antena. Prácticamente es importante, porque los ingenieros que forman parte del equipo de RF deben tomar las decisiones correctas acerca el modelo y capacidades de las antenas, para garantizar la correspondencia del funcionamiento, rendimiento y configuraciones en cada escenario. También implica, realizar estimaciones y simulación que brinden datos aproximados de la cantidad de tráfico que cursará por el sitio, dimensionando las capacidades y con esto tomar la decisión de los equipos a instalar. Otra cosa muy importante es el estudio del entorno en el resto de la red, con las celdas vecinas ya que el canal de transmisión no puede estar ocupado por una de ellas, esto ocasionaría degradación en el servicio e incluso no permitiría la comunicación entre usuarios.

2.3.5. Diseño Transmisión.

Importante es la transmisión, esta tiene que permitir la comunicación entre usuarios bajo la cobertura de otras RBS que estén a grandes distancias; para ello cada RBS debe estar conectada a la red y establecer un enlace. Por tal razón cada vez que se integre o modifique un punto, los ingenieros de tal área deben suministrar todos los medios necesarios para que siempre ingrese a la red cada sitio. La red de acceso comprende todos los equipos y tramos necesarios para llegar hasta el primer controlador de red (BSC o RNC según la tecnología).

El grupo de trabajo del área de transmisión, tiene la responsabilidad de ingresar a la red todo el tráfico que soporte la RBS con un mínimo de 2Mbps correspondiente a un E1, actualmente en 3G los nodos B alcanzan valores de 100Mbps a 1Gbps, ofreciendo voz, datos, video, etc. Para el transporte, es utilizada una red ATM o IP y por las condiciones de distancias, es habitual q se implemente a través un radio enlace o Fibra Óptica.

Cuando es definido lo anterior, el equipo tomará la decisión, de optimizar las diversas rutas, encontrando la idónea hasta alcanzar el RNC o BSC (Elementos de Red, según jerarquía de orden superior) y todo esto bajo las estrictas características de Seguridad, Confiabilidad, Escalabilidad y Disponibilidad. En la siguiente figura se muestra un ejemplo típico para la Red de Radio Acceso

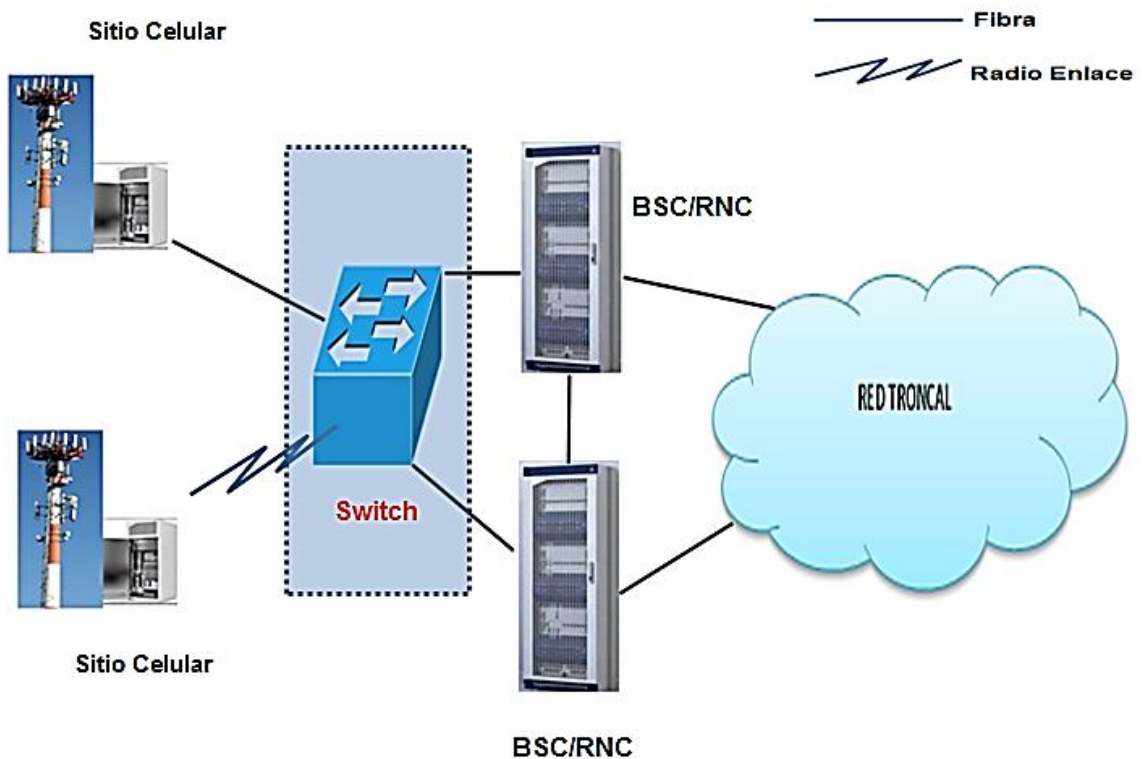


Figura 10. Ejemplo típico de transmisión Para RAN

2.3.6. Site Survey.

El Site Survey es el proceso de inspección, que se da antes de la instalación de todos los equipos (energía, sistema radiante, RBS, etc.). Con el fin de garantizar una instalación limpia y acorde a las especificaciones de cada proveedor.

2.3.7. Instalación.

Como ya es conocido, en esta fase, todos los proveedores proceden a la ubicación física de cada equipo y la instalación no se da, sin antes generar un documento de Site Survey, aprobado por el supervisor de proyectos de la operadora, donde certifica que el área de instalación cumple con los requerimientos de los mismos. Una vez culminada la instalación de todas las partes, el supervisor genera un reporte con todas las observaciones correspondientes.

2.3.8. Optimización.

Cuando se pone en marcha la RBS y todos los equipos instalados en el sitio celular, la operadora monitorea el desempeño y funcionamiento del mismo, esto a través de las mediciones de estadísticas del nodo y son comparados con los esperados según el diseño de RF. Por lo general esta fase es evaluada por los ingenieros que forman parte del equipo de Radio frecuencia y calidad.

Una vez definida cada parte participante en el ciclo de ejecución para el Diseño e Implementación de una RBS. Se procede a desarrollar nuestro tema de investigación monográfica.

2.4. Búsqueda de Emplazamiento y Análisis de Necesidades.

Para el emplazamiento se logran identificar dos tipos: Emplazamiento Urbano y Emplazamiento de Entorno Rural, cada uno dependiendo del entorno arquitectónico de las zonas. Por lo menos, la zona urbana está conformada por construcciones con diversas alturas y el entorno de propagación de las señales electromagnéticas se altera, debido a los efectos de reflexión y difracción producidos por los edificios y demás obstáculos propios de estos escenarios.

Para nuestra investigación, el sitio donde se integrará la RBS es conocido con el ID: MN0235 CETEL, está ubicado en la ciudad de Managua donde la densidad poblacional es enorme. En el mismo, ubicada una RBS que estaba completamente al borde de sus capacidades de recursos. Entonces de lo antes mencionado logramos determinar la necesidad de ubicar una RBS que fuera capaz de abastecer los recursos y tráfico demandado. Como había un emplazamiento (Entorno Urbano) previo por la RBS existente, solo se harán algunas modificaciones en el mismo, para que además de cumplir con la función de proporcionar un aumento de la capacidad de servicio en la zona, también ayude a reforzar la cobertura en la misma. A continuación Se muestra la ubicación del sitio MN0235 CETEL.



Figura 11. Ubicación Geográfica de MN0235

2.5. Parte de Radio Frecuencia.

Una vez definido el emplazamiento y la necesidad que hay, por la falta de recursos en la RBS instalada. Se realizan diversos procedimientos, como análisis de mediciones estadísticas del nodo instalado, simulación para el nuevo plan de RF, análisis de entorno con las celdas vecinas, recorridos, etc. A continuación, algunos indicadores de estadísticas de las mediciones del nodo B 3518 (Primer Sector), en su momento instalado.

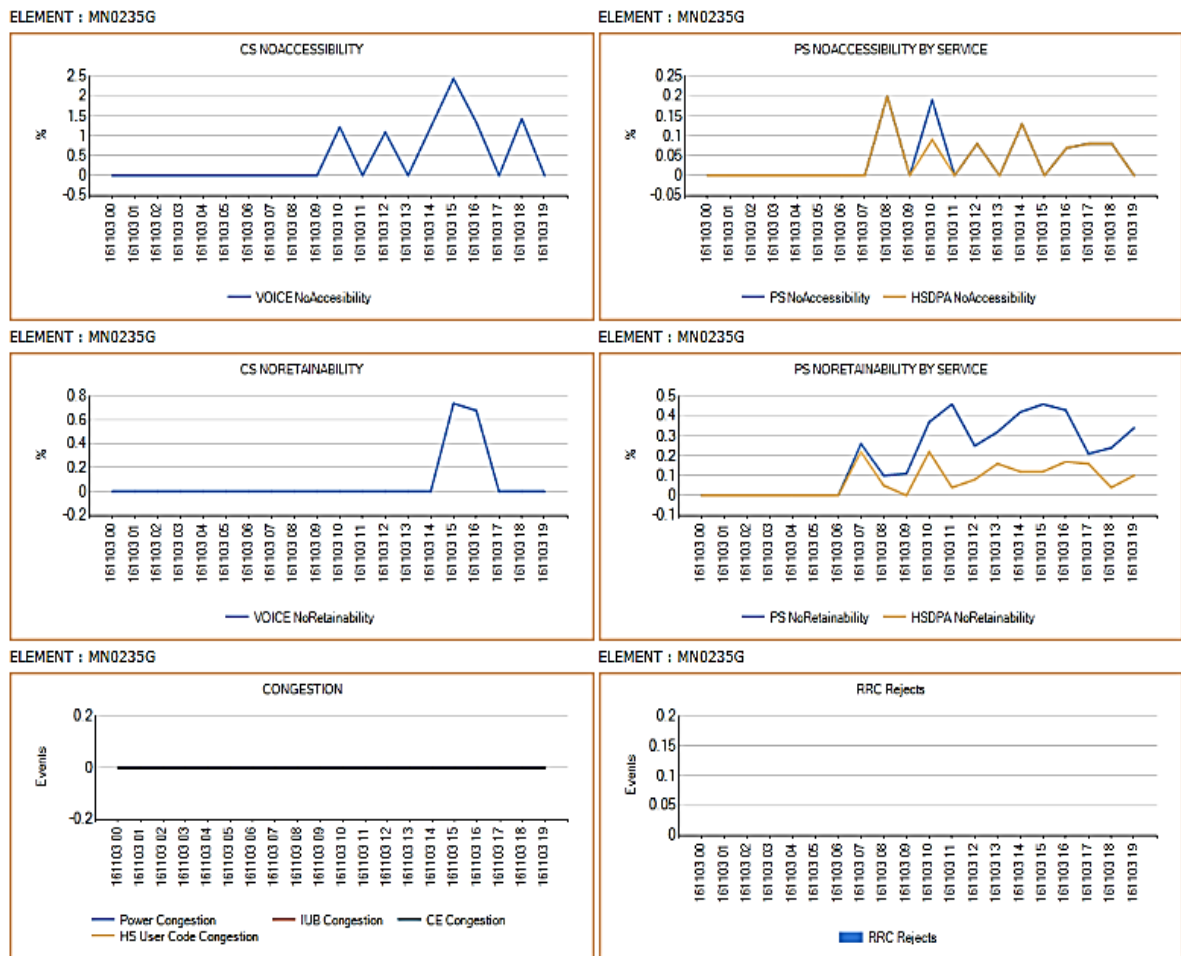


Figura 12. Estadísticas del sector G de MN0235

En cuanto a las mediciones estadísticas, explicamos las más importantes:

- **Accesibilidad:** Este KPI indica el valor de disponibilidad que tienen los recursos de RAN al ser ofrecidos a los UE, el valor óptimo para este indicador es “100”.
- **No Accesibilidad:** Al contrario de la Accesibilidad, este indicador mide inconsistencias en los recursos de RAN, si por algún motivo llegase a fallar un clúster de sitios celulares, la No Accesibilidad aumenta. El valor óptimo para este indicador es “0”.

- Retenibilidad: Este KPI indica la capacidad de RAN para ofrecer los recursos de radio y mantener una comunicación limpia (voz, datos, etc.), hasta que finalice.
- No Retenibilidad: En cambio la No Retenibilidad mide inconsistencias en la capacidad de RAN para ofrecer recursos de radio y mantener una comunicación limpia; cuando hay problemas a nivel de RBS este valor suele crecer. Los valores históricos están entre 0 y 0.5
- Indicador de Fuerza de señal recibida: **RSSI** por las siglas del inglés (Received Signal Strength Indicator), este indicador mide la potencia con la que es recibida una señal, específicamente en los sectores o celdas de cada RBS desde las mismas. Esto es posible a través de las unidades de radio instalada en la RBS. Para las mediciones de este indicador se toma como referencia 1mW equivalente a 0 y la escala se mide en valores negativos, las pérdidas están en dependencia de cuanto más negativo sea el RSSI. El valor “0” es el ideal, pero de -40 a -60 es el rango idóneo donde se logran tasas de transferencia estables.
- Congestión: Este indicador mide las capacidades de recursos de cada RBS, por medio de este KPI se monitorean los valores de tráfico en las celdas o sectores y si es necesario, considerar una ampliación o reemplazo por otra de mayor capacidad.

Estos son los más importantes ya que son aplicados tanto en paquetes conmutados como en circuitos conmutados, entre otros tenemos al payload CS/PS, rechazo de RRC, usuarios registrados, indicador de búsqueda o Paging etc.).

2.5.1. Elección de Hardware a Implementar.

Para la elección de equipos de radio acceso se tienen los siguientes aspectos:

- Para ello nos apoyamos de las capacidades y recursos, aproximados, obtenidos de cualquier herramienta de medición o simulación; cuya tarea es obtener valores de tráfico, características del sistema radiante, cantidad de portadoras por radio, etc.
- Va en dependencias del espacio donde se instalará la nueva RBS y todo su sistema complementario (Respaldo de Baterías, sistema Radiante, etc.).
- También el factor económico es importante, ya que si la operadora no tiene presupuesto para los equipos seleccionados, entonces hay que rediseñar nuevamente.

Una vez que se toma en cuenta lo antes mencionado simplemente procedemos a seleccionar el tipo y Modelo de Hardware. Teniendo mucho cuidado con las especificaciones de cada parte. Por lo general se selecciona uno con mayores especificaciones que las esperadas en la teoría.

2.6. Diseño De Radio.

Para el diseño de radio hay herramientas que permiten; desde la simulación, datos del sistema radiante, hasta la optimización del diseño. Esto, facilita en gran medida el diseño de radio y otros aspectos muy importantes para un mejor rendimiento.

Para realizar el mismo, se utiliza una herramienta llamada **ASSET**. Cabe mencionar que no abordaremos a detalle cómo se utiliza la misma; puesto a que no está entre los alcances de la monografía. A continuación se hará una breve descripción de esta herramienta.

ASSET es un software de planificación para RAN, que proporciona cobertura, capacidad, parámetros celulares y la planificación para el entorno de las vecindades. Facilita la planificación de redes inalámbricas como GSM, UMTS, LTE, Wi-Fi, Small Cells y otras tecnologías en un solo proyecto. A su vez ASSET ofrece diseño (diseño de red automatizada), ASSET Geo (mapas de tráfico geo-localizado), ASSET backhaul (red de retorno de planificación) y capacidad ASSET (planificación de capacidad). También proporciona seguimiento desde la planificación, hasta que RAN es integrada al OSS, brindando todos los recursos y servicios necesarios [4]. Con ASSET se obtiene:

- Inventario
- Adquisición de un lugar
- Despliegue del sitio
- Gestión de la configuración
- Gestión del rendimiento

Para nuestra investigación ASSET fue utilizado en los siguientes puntos:

- El establecimiento de un modelo de propagación
- Modelado de Tráfico
- Planificación de Vecindades.
- Mediciones

Como la Herramienta ASSET prácticamente hace casi todo el trabajo que le compete a diseño de radio, explicaremos cada parte del proceso para nuestro sitio celular.

2.6.1. Zona De Cobertura.

Como se trata de un emplazamiento existente, prácticamente la zona a cubrir es la misma que brindaba en su momento la RBS 3518 y se hace de esta manera para no alterar el resto del entorno u homogeneidad de RAN.

2.6.2. Diseño de celdas.

Para esta sección, se definen cuantos sectores formaran parte del sistema radiante, para ello se tienen los siguientes aspectos:

- Zona a cubrir
- Número de sectores:
- Orientación de los sectores:
- Ancho de haz de las antenas (Horizontal/vertical)
- Downtilt (Mecánico, Eléctrico)

La RBS existente, prácticamente presentaba congestionamiento en varios periodos del día y su Hardware no permitía ampliar más capacidad. Entonces, se decidió mantener los tres sectores, pero aumentando la cantidad de portadoras en bandas 1900. De esta manera se amplían 6 sectores más y en bandas 1900, aumentado la capacidad total del sitio. En la siguiente figura se muestran estos sectores.

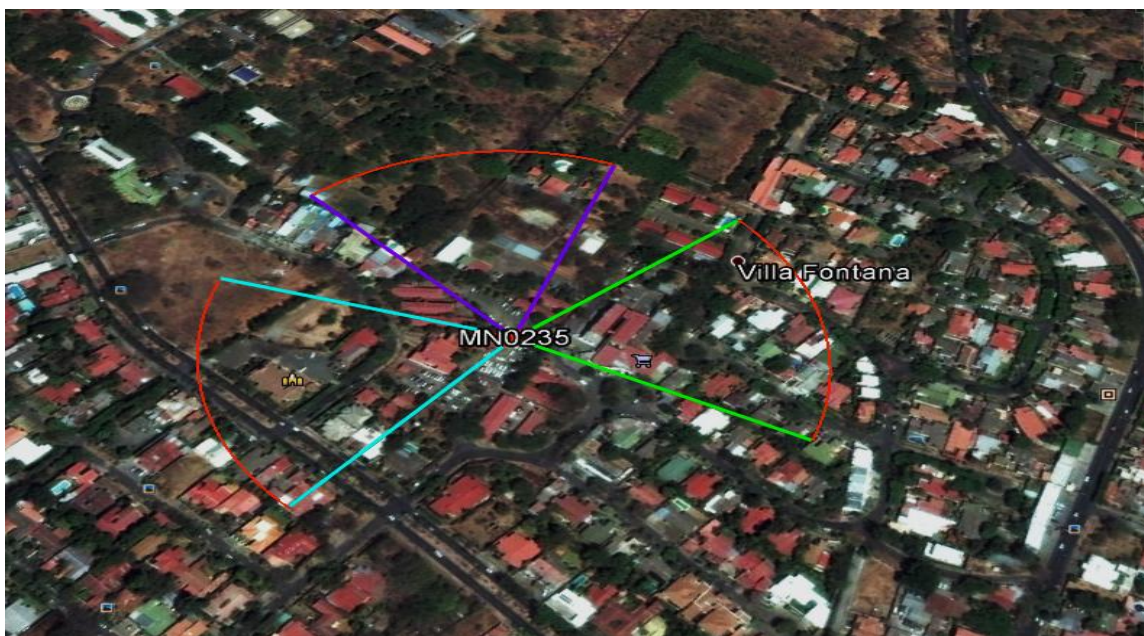


Figura 13. MN0235_CETEL con portadora 850 y sectores G, H, I

Ahora se muestran los mismos sectores, pero con dos portadoras más y en bandas 1900.

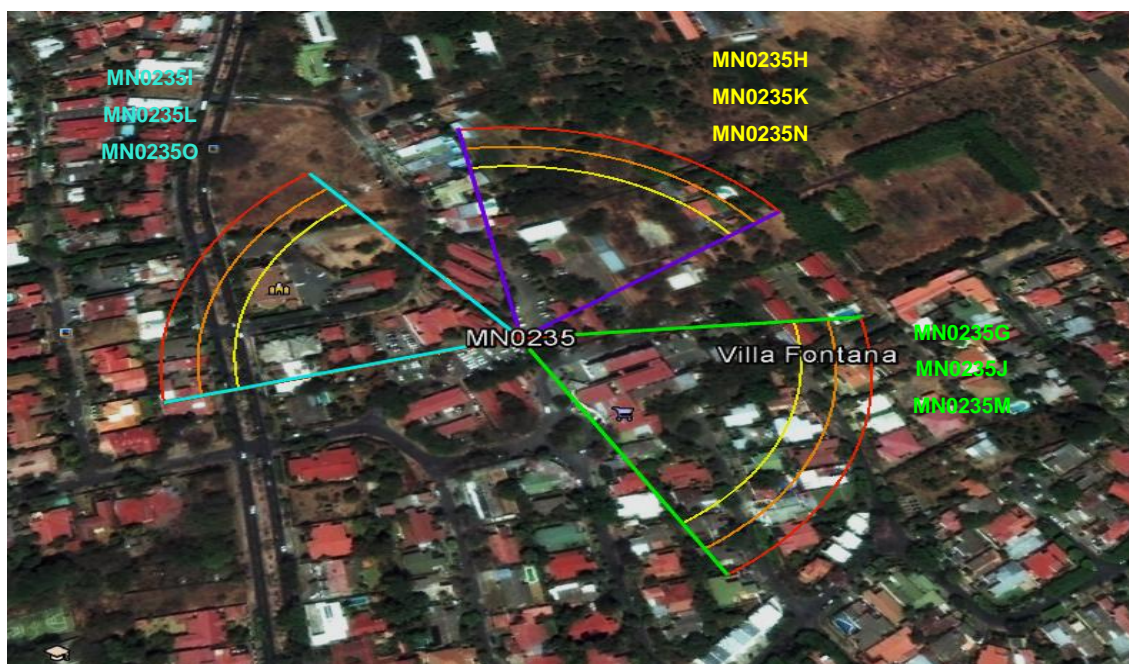


Figura 14. MN0235_CETEL con "3" portadoras 1900

2.6.3. Sistema Radiante.

Para interactuar con los UE's es necesario tener un medio de transmisión inalámbrico (ondas electromagnéticas). Las antenas proporcionan ese medio de transmisión inalámbrico, existente diferentes tipos de antenas, los cuales se clasifican dependiendo de la banda de operación de la estación base (BTS).

La estructura completa de un sistema radiante para tecnologías de tercera generación, está compuesta por los siguientes elementos:

- Antena sectorial
- RETU
- RIU
- JUMPER
- ASC

Antena sectorial: Como se mencionó anteriormente; son bastante utilizadas pues son flexibles al momento de realizar modificaciones en sus características de radiación, esto por motivos de optimización.

RETU: La unidad remota de inclinación eléctrica, tiene como función, modificar las características del patrón de radiación, modificando su tilt eléctrico, esto sin necesidad de acceder al sitio celular (remotamente).

RIU: La unidad de interfaz para el RET, se encarga de suministrar corriente de dc para accionar el motor interno del RET.

ASC: Es utilizado cuando los radios son de tipo indoor, estos tienen la capacidad de amplificar las señales en recepción y la manipulación remota del tilt eléctrico.

JUMPER: Este es la línea coaxial (guía de onda), los cuales se encargan de transportar las señales analógicas desde la unidad de radio (RRU) hacia la antena.

Elección de antena.

Para la elección de la antena a instalar es necesario conocer algunas características muy importantes, los cuales son su ganancia en dBi, forma de patrón de radiación, polarización, rango de frecuencias, ROE, impedancia, rango de potencia y ancho de haz.

Ganancia en dBi: Con esto conocemos la capacidad de radiación de la antena en cada una de sus direcciones. Teóricamente la antena ideal, debería ser del tipo radiante isotrópico (antena con radiación uniforme en todas las direcciones).

Patrón de radiación: Es la distribución específica de la energía en el espacio; representados en un conjunto de esquemas o gráficos, en donde se refleja el comportamiento del espectro radiado, los gráficos se muestran de forma horizontal y vertical.

Polarización: Define la flexibilidad de la antena en cuanto a la polarización. Lo ideal sería, encontrar una antena que tenga el diseño para ser polarizado verticalmente y horizontalmente.

Rango de frecuencia: Define el espectro de frecuencia en el cual la antena puede ajustarse.

ROE: La relación de onda estacionaria; conocer este parámetro es de mucha importancia, pues define la capacidad de transmitir con la máxima potencia la señal; los valores no deben de ser mayores que uno, esto es teóricamente; en el campo encontramos valores que sobrepasan ligeramente los valores teóricos (1:1.3 y 1:1.5). A menor valor el sistema emitirá la señal a su máxima potencia.

Impedancia: La línea por el cual será transportada la señal a ser transmitida, deberá de estar acoplada de inicio a fin; en todo caso la impedancia de la antena tiene que coincidir con la del emisor, el valor de la impedancia es de 50 Ohmios.

Rango de potencia: Define la máxima potencia con el cual puede operar la antena, sin ocasionarle desperfectos.

Ancho de haz de las antenas: Para ello recordaremos el diagrama del patrón de radiación; que no es más que una representación gráfica de la propagación de la señal en una antena y dependiendo del tipo de antena (Omnidireccional, direccional o una combinación de ambas (sectorial), etc.) así propagara en su entorno.

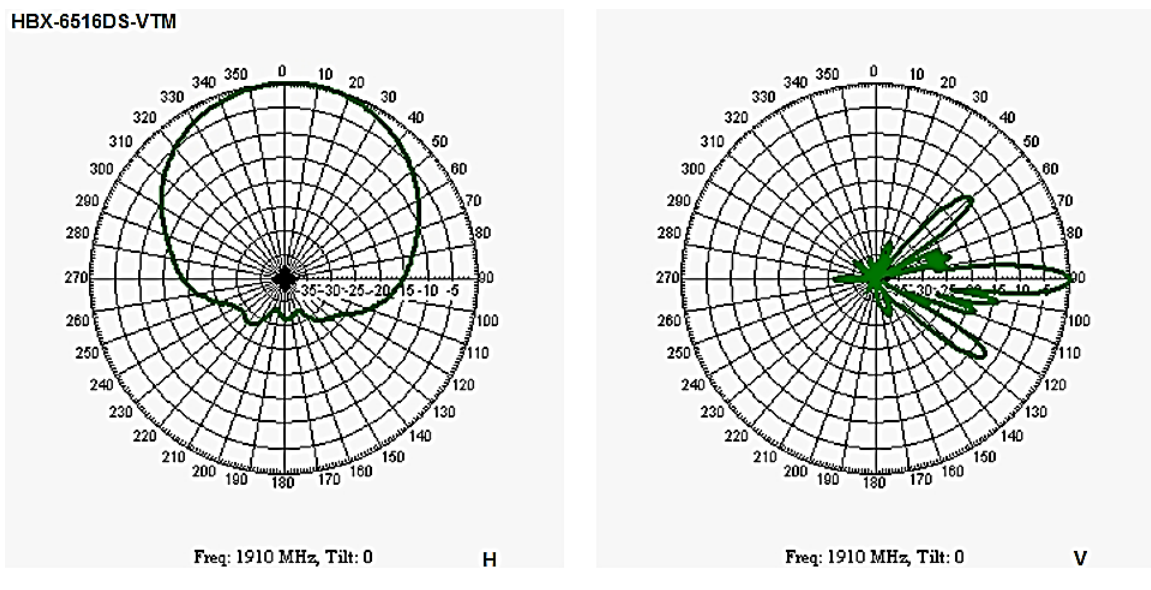


Figura 15. Patrón de Radiación de una antena sectorial

Entonces el ancho del haz, es el ángulo que se forma entre dos líneas imaginarias entre las que “encajaría” el lóbulo de radiación principal. Cuanta más ganancia tenga la antena más concentrada estará la radiación, más alargado será el lóbulo principal y, por lo tanto, más estrecho será el haz. Todas las antenas tienen un ancho de haz vertical y un ancho de haz horizontal. [5]. En las próximas secciones abordaremos el Downtilt y sus variantes.

El siguiente cuadro muestra las características eléctricas y dimensionales por el cual se seleccionó la antena modelo **HBX-6516DS-VTM**.

ESPECIFICACIONES ELECTRICAS	
Banda de frecuencia	1850–1990
Ganancia dBi	17.6
Impedancia	50 ohm
Polarización	45°
ROE	1.4
Potencia máxima de entrada	350 W
Inclinación del haz, en grados	0-10°
Ancho de haz, horizontal, grados	64°
Ancho de haz, vertical, grados	6.9°
DIMENSION DE LA ANTENA	
Espesor	3.3 Pulgadas
Largo	56.8 Pulgadas
Ancho	6.5 Pulgadas
Peso neto, sin kit de montaje	10.4 Lb

Tabla 2. Especificaciones Técnicas para HBX-6516DS-VTM

2.7. Diseño de transmisión.

En realidad esta parte es un poco más sencilla, pero no menos importante, ya que permitirá que el nodo se comuniqué con la RNC, por ende con el núcleo de la red y finalmente ser agregado a RAN por medio del OSS-RC. Esta parte es desarrollada por personal de Ingeniería de datos.

Para ello una de los aspectos a tomar en cuenta es la ubicación geográfica de la RBS (nodo B) y de la RNC que lo gobernará. Así se considerarán aspectos como medio de transmisión físico, y equipos de red necesarios, que tengan la capacidad de configuración, para cumplir característica de enlace y enrutamiento. La figura 16 muestra la ubicación geográfica de los equipos a interconectar.

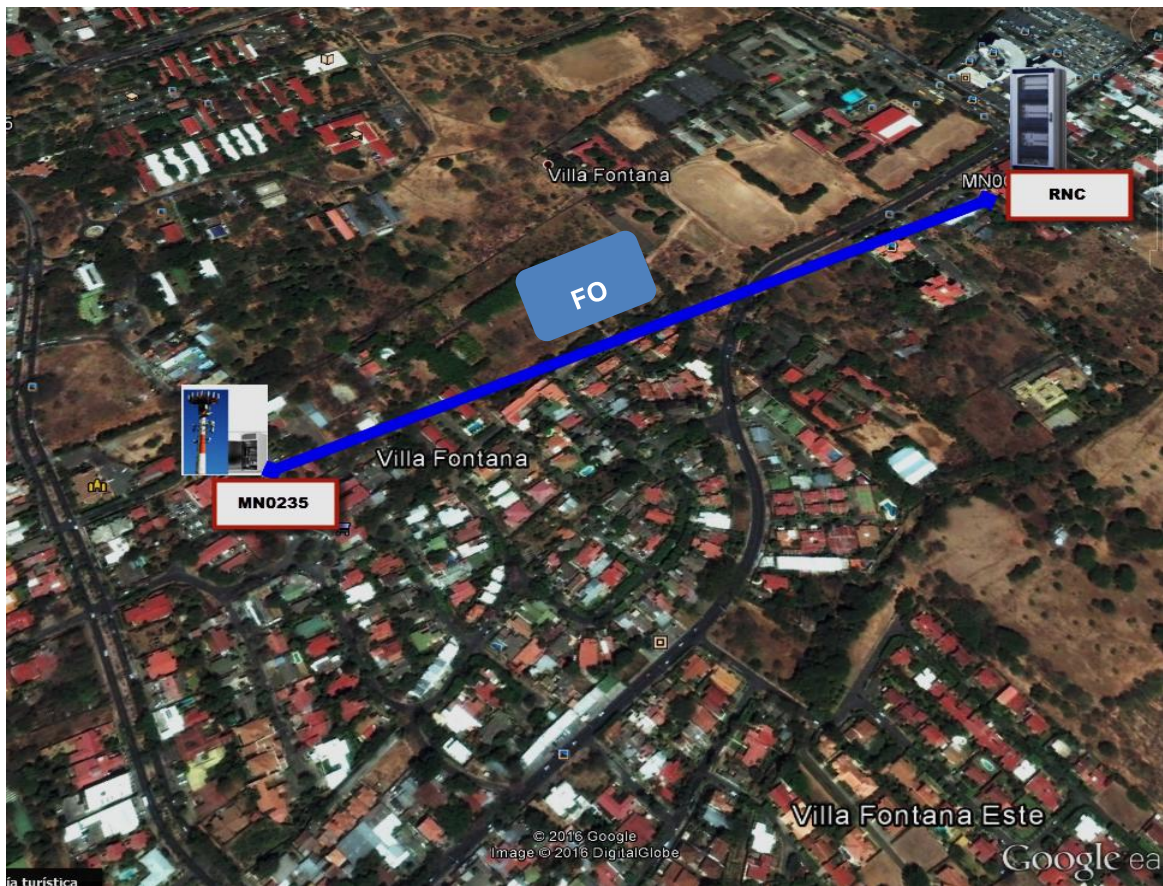


Figura 16. Ubicación Geográfica de RBS y RNC a interconectar

Comenzaremos, interpretando los diversos escenarios de interconexión, que se necesitaran, para que el nodo B logre comunicarse con RAN y CORE.

- El nodo b será transmitido por IP, de modo que no habrá ningún tipo de radio enlace.
- Tiene que ser gestionable desde el OSS-RC
- Tiene que ser gestionable desde la RNC que lo gobierne.

Entonces, por medio de la siguiente figura se muestra, lo que necesitamos, para que el nodo B, pueda cumplir con todos los criterios y sea funcional como parte de RAN.

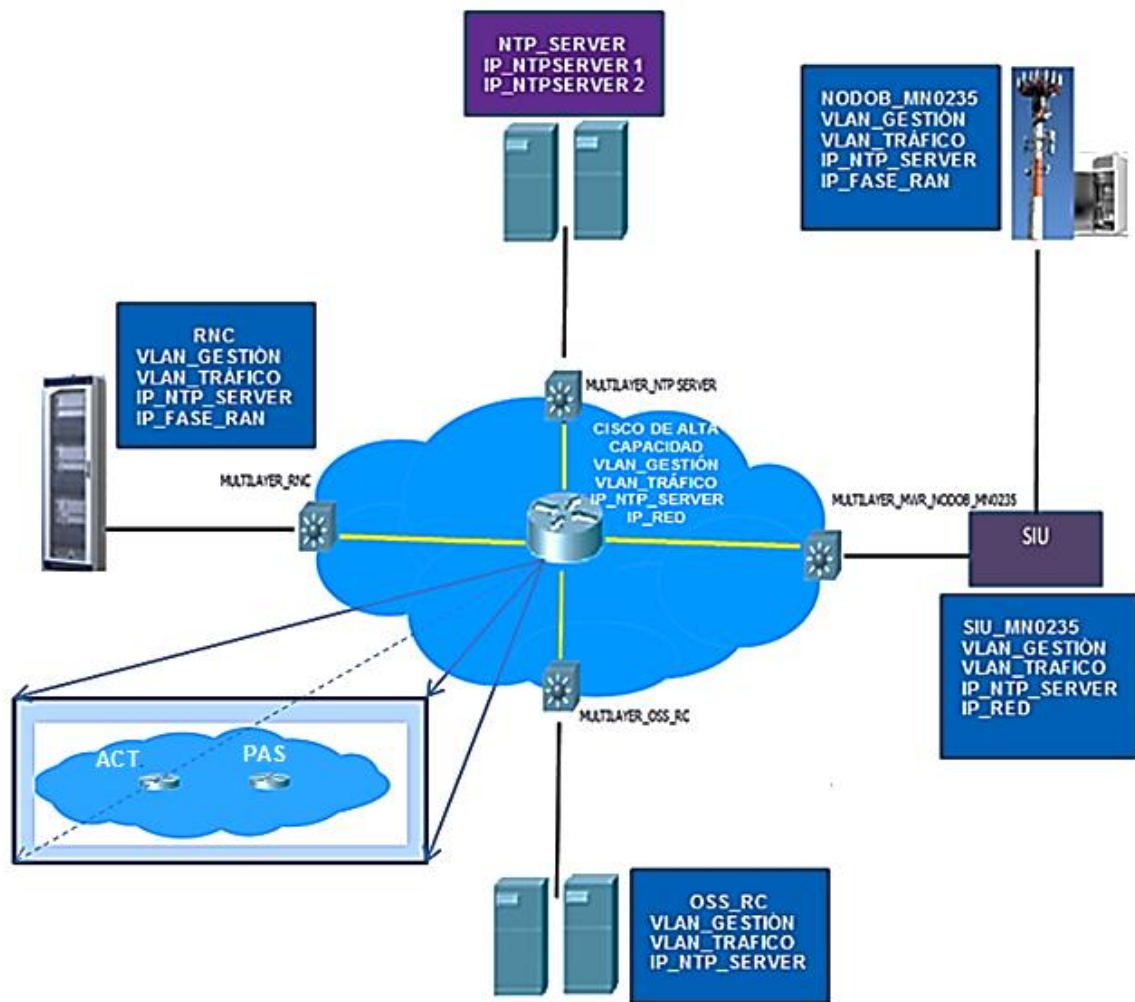


Figura 17. Plan de la Red de Datos del NodoB_MN0235.

La figura anterior, muestra la configuración a nivel de datos, que debe generar personal de Ingeniería para que el nodo B pueda ingresar a RAN. Se procede a explicar la misma.

El nodo B como tal, está diseñado para manejar por medio de Vlan's el tráfico (servicio de voz y datos) y la gestión. El primero orientado a los servicios que ofrece RAN y el segundo a temas relacionados con operación y Mantenimiento (Supervisión, rendimiento, troubleshooting, OSS, etc.)

Entonces para la transmisión, se deben crear en los equipos de datos (Router, switch), dos Vlan con un determinado segmento IP, ambos destinados a transmitir los datos que llevan la gestión y el tráfico del nodo B. Recordemos, que por los beneficios de una Vlan, es conveniente segmentar y diferenciar el tráfico de la gestión, también por medio de la Vlan se tiene:

- Seguridad mejorada.
- Costo reducido.
- Más rendimiento.
- Dominios de difusión más pequeños.
- Eficacia de TI.
- Eficacia administrativa.

En ambas Vlan, serán incluidas la RNC de origen y los respectivos servidores de Soporte de Operaciones del Sistema de Radio y Core (OSS-RC). Esto por los criterios antes mencionados.

Como la información generada por el nodo B será transmitida por IP, se necesita de un equipo externo al mismo, que funcione como un modulador o convertidor de señal, que tome la información de voz y datos, la genere en paquetes y de esta forma sea transmitida como IP. Este equipo en ocasiones es suministrado por el proveedor del servicio de datos o Ericsson como tal. En esta investigación y por razones del tipo de integración (Modernización), es suministrado por Ericsson y es multiestándar. La principal función de este equipo es integrar todas las tecnologías de RAN (GSM, WCDMA, LTE) ofrecidas y existentes en el sitio, convertirlas en paquetes, y transmitirlas como tal, por la red de datos.

Otro Hardware de suma importancia en cualquier red de datos, es el servidor NTP por sus siglas en Ingles “**Network Time Protocol**”; La función del mismo prácticamente, es mantener sincronizados todos los NEs, distribuidos de tiempo, para que pueda correlacionar eventos, cuando se reciban registros del sistema y

otros eventos en tiempo específico desde múltiples NEs. NTP utiliza el protocolo UDP (User Datagram Protocol) como protocolo de transporte. Todas las comunicaciones NTP utilizan Tiempo Universal Coordinado (UTC).

En la integración, a nivel de configuración se tienen que incluir las Ip de referencia de este servidor (Activa, Pasiva) como solo se integrara un nodo B, el ingeniero encargado, deberá configurar estas IP's en el nodo B, porque todos los NEs que forman parte del sistema, incluyendo la RNC de origen ya están sincronizados y funcionando.

Finalmente se debe considerar la señal transmitida y proveniente del nodo B, en comparación a la señal que genera la RNC de origen. Debido a que la señal del nodo B puede venir desfasada en comparación a la RNC. Por lo tanto la RNC, debe ser capaz de corregir este desfase y no haya discrepancia alguna, al reconstruir la información, proveniente de la señal del nodo B. Es por ello, que el nodo B debe sincronizar con la fase de la señal de la RNC. Entonces la RNC establece una dirección IP, configurada en el Hardware que se encarga de esta tarea (sincronización de señal) y esta IP de igual manera debe ser configurada en el Hardware que controle el servicio red y digitalización (DUW) en el nodo B.

La figura 18 muestra un ejemplo del desfase de las señales. En cuanto la corrección del desfase, este puede ser efectuado por medio de cualquier técnica de detección de errores (códigos de línea). Por alcances del trabajo monográfico esto no será abordado.

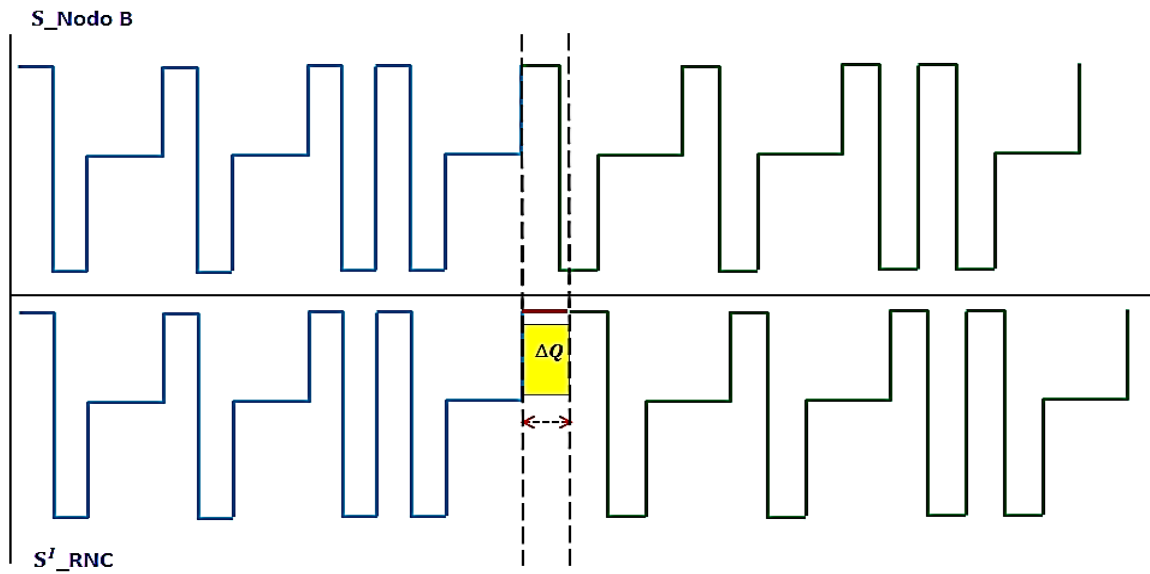


Figura 18. Corrección de señal por IP de sincronía de fase

Es importante aclarar, que, como CORE en la red de transporte, por cuestiones de disponibilidad se tienen dos Elementos de Red funcionando, uno activo y el otro pasivo, ambos poseen las mismas funciones y configuraciones, de tal modo que, si hay un problema en el activo, el pasivo asuma automáticamente todo el tráfico y los servicios funcionen correctamente.

En el siguiente cuadro se especifica el pool (conjunto) de IP que serán configuradas en el nodo B.

IP de Gestión	10.xxx.xxx.20
IP de Tráfico	10.xxx.xxx.36
IP de Referencia Fase 1	10.xxx.xxx.141
IP de Referencia Fase 2	10.xxx.xxx.143
IP de NTP SERVER 1	10.xxx.xxx.50
IP de NTP SERVER 2	10.xxx.xxx.30

Tabla 3. Datos de IP generadas para el Nodo B MN0235

2.8. Dimensionamiento de nodo B (Hardware).

Consiste en definir la cantidad de **CE** (Channel Elements) necesarios tanto en el enlace de subida como en bajada. El CE es la unidad utilizada para la medida de capacidad de procesamiento en banda base; así también, a un recurso de 12.2 kbit/s (voz AMR) o 3.4 kbit/s de señalización, se refieren a un CE. Durante un enlace de llamada o servicio de datos, se utilizan varios CE tanto en UL y DL.

La unidad digital que se utilice para la estructuración del nodo B, definirá la capacidad del mismo, puesto que se encargan de la distribución de los CE's a sus diferentes sectores. Los CE's están limitados por hardware, lo cual quiere decir que la unidad digital no está diseñada con la cantidad de CE's necesarios para soportar gran tráfico (voz, dato), entonces también carece de licencias de activación de hardware, pues estará a su máxima capacidad de diseño; así también existe la limitación por software, el cual se refiere a licencia de activación de características, en este caso el proveedor, es el que ofrece las licencias, los cuales son relativamente costosos, esto ya conlleva a un tema de costes económicos. Antes de la elección del hardware, es necesario definir exactamente la cantidad de elementos de canal que se desea utilizar para cierto proyecto.

Antes de distribuir los elementos de canal a cada sector en el hardware de un nodo B, es debido realizar un dimensionamiento de CE, esto mediante la utilización de programas para la realización de predicciones de tráfico (dato, voz). Para el tráfico de alta velocidad de datos en UL y DL, es necesario definir características especiales al nodo, tales como el uso de técnicas de modulación avanzadas que permitan la adaptación de tecnología HSPA (HSDPA, EUL); estas características se definen mediante licencias de activación de hardware.

La siguiente tabla muestra valores de las cantidades de usuarios HSDPA y EUL que podrá soportar cada sector de un nodo B (MN0235), con estos datos, podríamos proceder con la elección del Hardware y distribución de los CE.

CANTIDAD DE USUARIOS HSPA POR SECTOR (SIMULTANEOS)			
USUARIOS	SECTOR A	SECTOR B	SECTOR C
EUL	32	32	32
HSDPA	96	96	96

Tabla 4. Cantidad de acceso de usuarios HSDPA y EUL en cada sector.

Para proceder con la distribución y cálculo de consumo de CE en la DUW en base a la tabla anterior, es necesario definir ciertos criterios:

- La cantidad de CE reservada para usuarios de HSDPA, es tomado de los recursos de R99 (DCH), lo cual disminuye la cantidad de CE para R99.
- Para las RBS basadas en DUW, un recurso de HS admite hasta 128 usuarios HSDPA.
- La extensión de la capacidad de CE para EUL, es una característica activado por licencia; el cual aumenta los CE en UL 50 % más de lo disponible por defecto.
- El costo de 1 A-DCH para señalización HSDPA UL/ DL en RBS 6000, es 0.5 CE.
- Para el cálculo de consumo de CE por servicio HSDPA, se aplica el factor 1.3 que proporcionar un margen de capacidad para soft handover (SHO).
- La distribución de CE será igual en cada sector, así también el consumo de CE será de forma dinámica, lo cual quiere decir que el consumo de CE será prioridad de la demanda de tráfico por sector y portadoras.

Una vez definido lo anterior, procedemos con el cálculo de CE en el hardware del nodo. Los cálculos son relativamente sencillos, y se realiza una vez que se conoce la cantidad de usuarios que soportara cada sector del nodo.

Calculo de consumo de CE por usuarios HSDPA.

Utilizaremos la fórmula que el fabricante provee, el cual define que el consumo de CE con usuarios HSDPA es la suma de todos los usuarios que se conectaran simultáneamente a cada sector, por el factor de consumo de CE de señalización HSDPA (A-DCH= 0.5 CE) y el factor de margen de capacidad para SHO. Entonces tenemos la fórmula de consumo de CE:

$$\text{HSDPA}_{\text{CE_Consumption}} = 0.5 \times 1.3 \times \sum \text{RbsLocalCell:maxNumHsdpaUsers}.$$

Con los datos de la tabla anterior, podemos definir que el consumo de CE en DL, debido al acceso de 92 usuarios HSDPA por sector es de 180.

Calculo de consumo de CE por usuarios EUL.

El consumo de CE de usuarios EUL es extraído de los recursos de UL del hardware del nodo, para su cálculo utilizaremos la fórmula de consumo de recursos, para esto necesitamos conocer la cantidad de usuarios EUL por sector y el factor de CE dependiendo de la velocidad de servicio; cabe destacar la aleatoriedad deservicios de velocidad ofrecidos a los usuario. La siguiente formula se utiliza para realizar cálculos de consumo de CE:

$$n_{\text{CE,UL}} = \sum_i N_i \Gamma_{\text{UL},i}$$

Donde N_i es la cantidad de usuarios conectados simultáneamente.

Γ es el factor de CE dependiendo del servicio de velocidad.

Asumiendo servicios de 71 – 155 Kbps, el cual tiene un factor de CE=8, tendremos que el consumo de CE por 32 usuarios por sector en el nodo, es de 768 (consumo total), para este caso será necesario utilizar licencia de activación de extendido de EUL puesto que la DU (4101) con mayor capacidad posee 768 recursos de CE para UL.

Los CE disponible luego de realizar las reservas para servicios HSDPA y EUL, serán destinados para usuarios de servicios R99. A continuación, presentamos una tabla con modelos y características de unidades digitales del fabricante Ericsson.

Digital Unit	Capacity Data	Supported Radio Interface Connections
	Maximum DCH ⁽¹⁾ Capacity (Measured in Channel Elements)	CPRI
DUW 10 01	128 DL 128 UL, 192 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps
DUW 11 01	128 DL 128 UL, 192 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps, 5 Gbps ⁽³⁾ , 10 Gbps ⁽³⁾
DUW 20 01	384 DL 384 UL, 576 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps
DUW 30 01	768 DL 512 UL, 768 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps
DUW 31 01	768 DL 512 UL, 768 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps, 5 Gbps ⁽³⁾ , 10 Gbps ⁽³⁾
DUW 41 01	768 DL 768 UL, 1152 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps, 5 Gbps ⁽³⁾ , 10 Gbps ⁽³⁾

Tabla 5. Tipos de unidades digitales Ericsson, características de CE.
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

Con los resultados obtenidos, podremos definir que el hardware a implementar es sin duda la DUW 4101, quien tiene mayores recursos de CE. Cabe mencionar que para señalización de RF los recursos de canal reflejados en el cuadro, no son afectados, puesto que ya vienen reservados para su uso. En la siguiente imagen observamos las características de la DUW 4101 el cual es masivamente utilizado por las dos operadoras nacionales, esto para alcanzar altas tasas de transferencia de información.

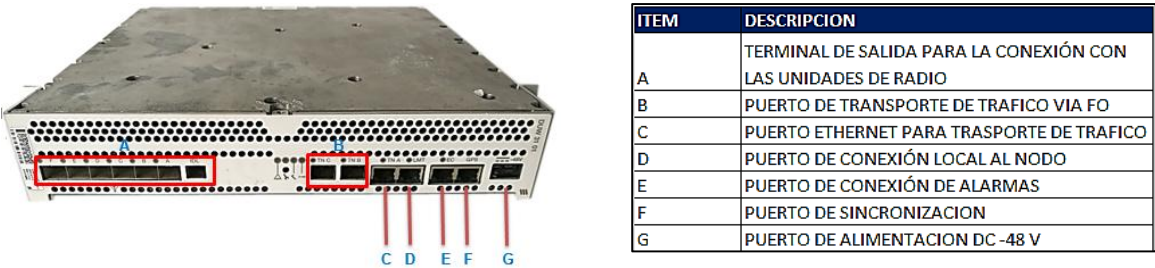


Figura 19. Izquierda: Características de la DUW; Derecha: Interfaces de comunicación
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

2.8.1. RBS 6101.

Luego de conocer la cantidad de CE requeridos, nos introducimos a la elección de hardware para el procesamiento de información emitidas por los UE's y el control de los mismos; para esto es necesario equipos electrónicos diseñados con dicha finalidad. En el mercado existen diversos fabricantes que ofrecen estos equipos. Por las características que detallaremos a continuación, se eligió la RBS modelo 6101 que es una RBS Multiestandar del fabricante Ericsson, el cual contiene en su interior el hardware necesario para realizar el procesamiento del tráfico de información de usuarios de la red; la figura 20 muestra su característica física.



Figura 20. RBS 6101

(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

Dimensión de gabinete: La dimensión exacta de esta RBS es de **27.5 X 27.5 X 57** pulgada.

Peso del gabinete: El peso de la RBS totalmente equipado es aproximadamente de **397 lb (180 kg)**; peso estimado sin incluir baterías que son utilizados como respaldo energético para los equipos electrónicos.

2.8.2. Unidades de hardware.

Mencionamos y definimos la función de los distintos equipos (hardware), que conforman a una RBS modelo 6101 WCDMA.

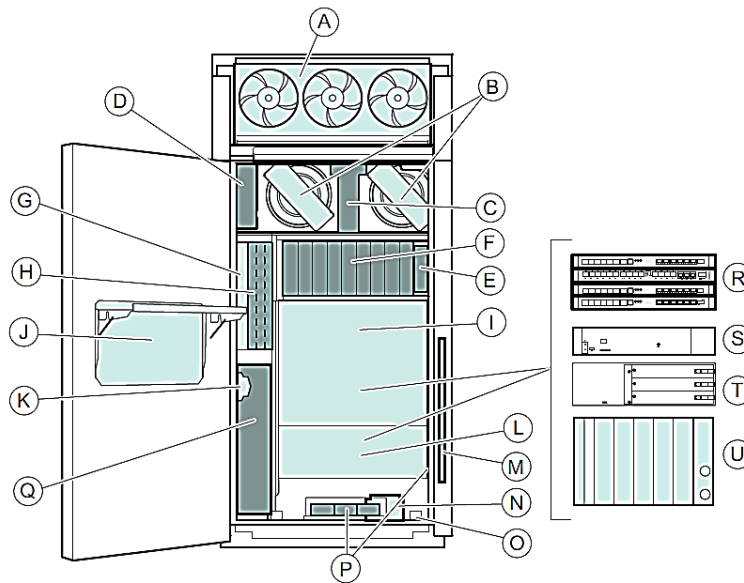


Figura 21. Partes del Hardware de la RBS 6101
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

Ventiladores externos (A): Los ventiladores externos toman aire del exterior a través de la parte frontal superior de la RBS. El aire es forzado a atravesar por la parte exterior del intercambiador de calor y luego expulsado por la parte trasera superior de la RBS.

Internal Fan (B): Los ventiladores internos mantienen un flujo de aire de refrigeración en el interior de la RBS, con ayuda del intercambiador de calor interno que se encuentra conectado al intercambiador externo, realizan el proceso de reducción de la temperatura en el interior de la RBS.

SCU (D) (Unidad de Control y Soporte): Tiene como función principal controlar la velocidad de los ventiladores de la RBS.

SHU (E): Su función principal es el de periférico de comunicación entre los equipos de la RBS con la unidad digital (DUW).

OVP (P): Es utilizado como protector de sobre voltaje, y al mismo tiempo como periférico de conexión de alarmas para equipos externos.

SAU (G): Es la unidad utilizada para la supervisión y soporte de alarmas de equipos externos, los equipos externos se comunican con la SAU mediante la conexión de cables de alarma a un OVP.

DU (unidad digital) (U): La DU proporciona conmutación, gestión del tráfico, sincronización, procesamiento de banda base, y la interfaz de radio. La unidad digital a utilizar será la **DUW 4101** de Ericsson. A continuación, en la siguiente tabla mostramos las especificaciones técnicas.

DUW 4101	Altura	Ancho	Grosor	Peso
	350 mm	62 mm	280 mm	< 4.8 kg
Capacidad de dato. Máxima Capacidad DCH (Medidos en elementos de canal)			Interfaz de conexiones Radio Eléctricas Soportados	
Downlink	Uplink	Enhanced Uplink	Common	Software Package
768	768	1152	1.25 Gbps-2.50 Gbps	5 Gbps-10 Gbps

Tabla 6. DUW 4101 Especificaciones Técnicas

RU (unidad de radio): Se encarga de la recepción de señales digitales que envía la DU, para luego convertirlo en señales analógicas, así también realiza la conversión de señales analógicas a señales digitales que luego son enviados a la DU. Es el responsable del filtraje de las señales ascendentes y descendentes; modulación y demodulación de señales; amplifica la potencia de la señal, función que es semejante al de un TMA. Como interfaz de comunicación entre los UE's y

la DU, utilizaremos radios remotos (RRU), esto lo definimos con la elección del tipo de variante de placa.

PDU (unidad distribuidora de energía) (F): Tiene como función principal distribuir a las unidades digitales y radios, energía de -48 VDC. Recibe una tensión de entrada de dispositivos rectificadores externos, el cual lo distribuye por separado mediante salidas de tipo conector.

BFU (F): La función principal de la BFU es supervisar, desconectar o conectar la batería de respaldo. Pueden ser de instalación interna o externa de la RBS.

PSU (F): Tiene como función principal la conversión de voltaje alterno a directo de -48V.

PCU DC (F): Es el interfaz de corriente directa para la RBS.

PCU AC (Q): Su función principal es distribuir voltaje alterno a las unidades de alimentación PSU y la de supresión de picos de voltaje.

PFU (F): Estabiliza el voltaje (-48 VDC) interno de la RBS.

PCF (N): Es un interfaz para respaldo de baterías; respaldo que se encuentra instalado en el interior de otro gabinete (BBS) que no es la RBS. Conecta los -48 VDC provenientes de los respaldos de baterías a la RBS.

2.8.3. Comparación con la tecnología a modernizar.

Elegimos la unidad DUW 4101, para configurarlo como un sistema de radio acceso WCDMA. Debido al aumento de tráfico por la célula MN0235, se decidió realizar la modernización con equipos de mayor capacidad; en el siguiente cuadro vemos la comparación entre la RBS 3518 con su sucesora. Si observamos, podemos deducir que la unidad 4101 posee mayor CE's para

usuarios en comparación a la RBS 3518. La capacidad de manipular mayor tráfico y un equipo flexible ante futuras modificaciones, es lo que impulso a la modernización de tecnología.

COMPARACION ENTRE RBS 3518 CON RBS 6101 (DUW 4101)				
DU	DCH UPLINK	DCH DOWNLINK	HSDPA	HSUPA
DUW 4101	768	768	Si	si
RBS 3518	128	384	Si	no

Tabla 7. Comparación entre RBS 3518 y RBS 6101 (DUW 4101)

2.8.4. Variantes de placa.

Conforme a la configuración de la RBS, existen 5 variantes de placas para el acceso de los distintos medios físicos de comunicación (FO, cables DC, cables AC, cables UTP, feeder, etc.) entre los hardwares internos y externos del sitio. Con el siguiente cuadro seleccionamos el tipo de placa.

CONFIGURACION DE RBS	No. RU's	No. RRU	Variante
RBS con radios interno	1-6	0	variante 1
			variante 2
RBS con radios interno y externos (RRU)	1-6	1-3	variante 2
	1-3	1-6	variante 3
RBS con radios externos (RRU)	0	1-9	variante 4
RBS con radios externos (RRU) y equipos de dato.	0	1-6	variante 5

Tabla 8. Variantes de Placas para el ingreso del Cableado

Selección de placa.

Seleccionamos la variante 5, debido a que utilizaremos radios remotos (RRU) e internamente contendrá unidades de transporte de datos (switch, router). La siguiente figura ilustra la placa a utilizar.

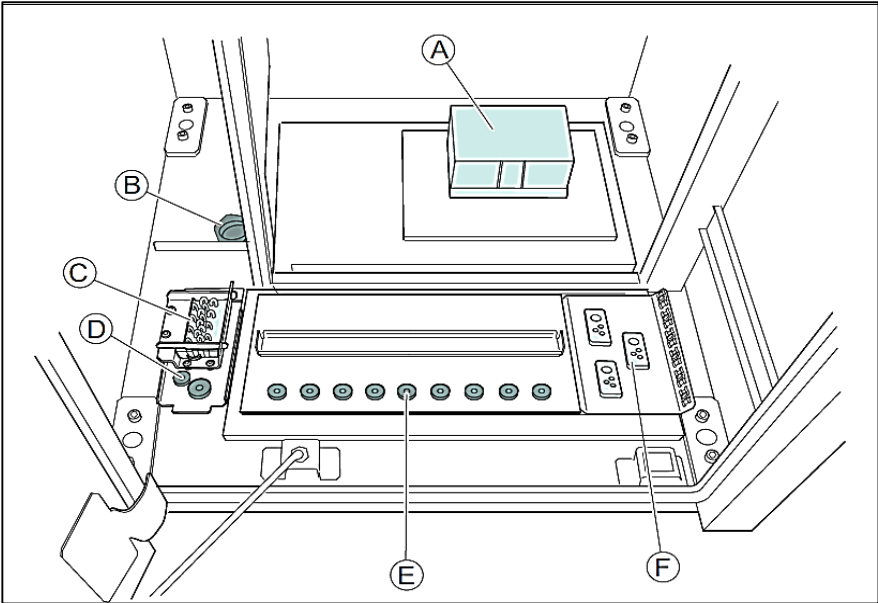


Figura 22. Placa a Utilizar para el ingreso del cableado al gabinete.
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

Posición	Descripción	Datos
A	Conexión de DC y sensor de temperatura.	-48 V DC
B	Entrada de cable de AC	
C	Entrada de cable óptico.	
D	Entrada de cable de transmisión	
E	Entrada de cable de transmisión.	
F	Entrada de cable OVP	Entrada pequeña.

Tabla 9. Descripción del Cableado por orificio en Placa.

2.9. Adecuación e Instalación de Equipos.

En este punto, tuvo que generarse el primer Site Survey, correspondiente a las obras civiles, que garantizan todos los medios y condiciones necesarios para la instalación de todo el hardware que forma parte del sitio celular MN0235; esto acorde a las especificaciones del proveedor Ericsson.

2.9.1. Montaje de RBS.

Por cuestión de protección de los equipos a instalar, el personal de obras civiles, asegura una plataforma normalmente de concreto, donde se montará y fijará la RBS. Una vez culminado con la fijación, se procede a conectar los distintos cables (ópticos, eléctricos, datos) que conformarán el circuito de control y procesamiento de señales en banda base. El siguiente diagrama muestra estructuradamente los procesos de instalación de la RBS.

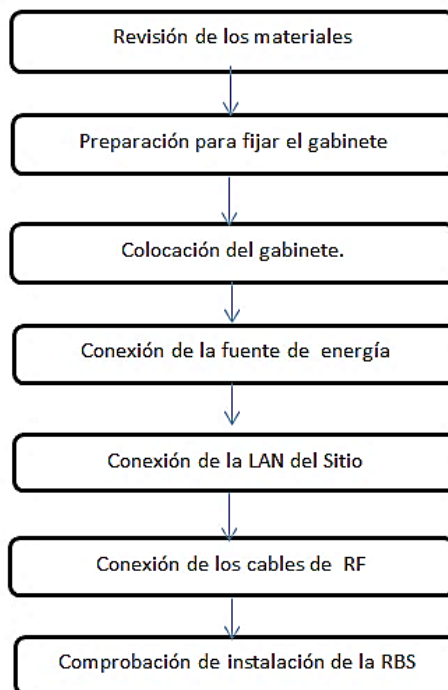


Figura 23. Proceso para la instalación de una RBS

2.9.2. Conexión de las fuentes de energía.

La fuente de corriente alterna es suministrada por la red comercial. Antes de alimentar la RBS con AC es necesario instalar equipo de protección (supresores de voltaje, paneles de distribución) para evitar daños al generarse picos de voltaje. Los cables de alimentación energética serán conectados en los bloques de conexión que contiene la PCU AC.

2.9.3. BBS 6101 (Battery Backup System).

Todo buen diseño se enfoca en la disponibilidad de servicio, para esto se define el uso de respaldo de baterías. La BBS 6101 es el modelo del gabinete, que porta en su interior, arreglos de 3 bancos de batería; los bancos están conformados por 4 baterías de 12V y 150 Ah cada uno, provee 8 horas de respaldo energético a la RBS.

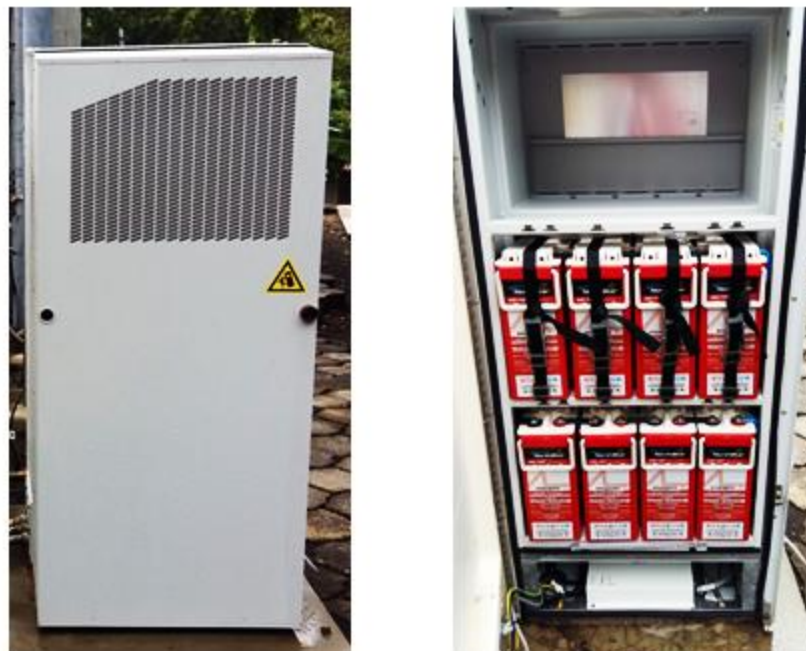


Figura 24. BBS 6101 (Battery Backup System).

2.9.4. Conexión de respaldo de baterías.

Para que la RBS se mantenga operativa, en el caso de que el suministro energético de la red comercial no esté disponible, es necesario instalar un sistema externo que proporcione energía a la RBS, ese sistema es el respaldo de baterías. La RBS tiene en su interior una unidad llamada BFU (Battery Fuse Unit) y una terminal de conexión llamada PCF (Power Connection Field), en donde se conectan las líneas de salida de los -48 VDC provenientes del respaldo de baterías. Para instalar estas líneas de salida, es necesario retirar el protector del PCF, en donde encontraremos 2 bornes de conexión conocidos como filtros de DC (DC Filter), una vez que se ha retirado el protector, se procede a realizar la conexión en dichos bornes, siguiendo convenciones de polaridad; la salida de DC del PCF posteriormente se conectará a la BFU. Cabe destacar la importancia de conectar el sensor de temperatura de las baterías, para llevar el control del clima del gabinete de respaldo; con esto aseguramos una larga duración de los bancos de batería.

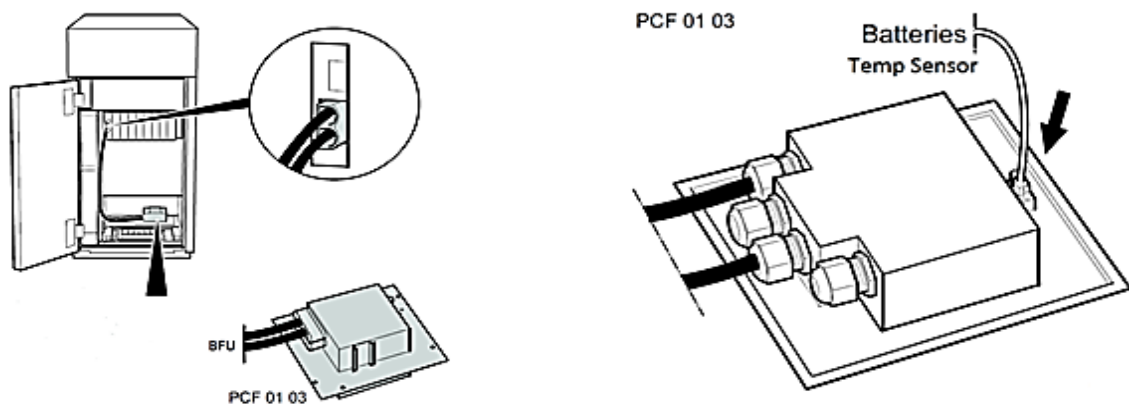


Figura 25. Conexión de Baterías en La RBS 6101
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

2.9.5. Conexión LAN del Sitio.

Instalación de unidad digital (DUW), equipos de datos y transmisión.

La unidad digital (DUW) transporta la información en formato IP; puede ser instalado en el interior de la RBS, en conjunto con equipos para transporte de datos (Router); la comunicación con el router será directamente entre los puertos de cada equipo (aplica para WCDMA y LTE), en este caso un **MWR 2941** de CISCO. Existen integraciones de hasta 3 tecnologías (GSM, WCDMA, LTE) en donde se utiliza una **SIU** (Site Integration Unit), el cual posee la capacidad de transformar formatos E1 a IP y viceversa; sirve como interfaz de conexión para las distintas unidades digitales que se encuentren en el interior de la RBS (DUG, DUW, DUS).

Para transporta los datos de los diversos equipos integrados a la SIU; se conecta al equipo router **MWR 2941**, con el cual se pretende transportar el tráfico de la celda **MN0235** a las demás capas de la red. Es necesario el uso de equipos electrónicos capaces de soportar eficientemente el gran tráfico que maneja una celda celular, para el transporte de información desde el nodo B a la RNC. Internamente la RBS puede contener equipos de transporte de paquetes de datos (Switch, Router) desde y hacia el nodo, una RBS con respaldo de baterías instaladas internamente, difícilmente será capaz de contener estos equipos; dependiendo del diseño, pueden ser instalados en otros gabinetes, y ser conectados con la DU mediante cables de red de larga longitud. En la figura 26 mostramos la unidad digital DUW y Router Cisco MWR 2941. La conexión de la DUW, con la SIU y MWR será mediante cables UTP de 100 ohmios.



Figura 26. Equipos DUW, MWR y SIU dentro del RBS 6101

2.9.6. Conexión de los cables de RF.

Debido a que el diseño de nuestra RBS es de radios externos, los cuales se comunican con la unidad digital (DUW) mediante fibra óptica, este procedimiento será explicado en otro contexto. La conexión de las radios externas a la RBS, es un procedimiento muy sencillo, como aseveramos anteriormente, las radios utilizan fibra óptica para la comunicación con la unidad digital. Los radios remotos o también llamadas RRU, se instalan próximas a la antena, esto es con el fin de reducir las pérdidas por la línea de cobre (Feeder), necesitan de un dispositivo transceptor para lograr una comunicación tipo full dúplex con la unidad digital. Tanto la unidad digital como la RRU, poseen transceptores compatibles (Transceiver con CPRI de 2.5 Gbps). Para transportar la señal analógica proveniente de la salida de la RRU hacia las antenas, se utilizara líneas de jumper de 3 metros de longitud.

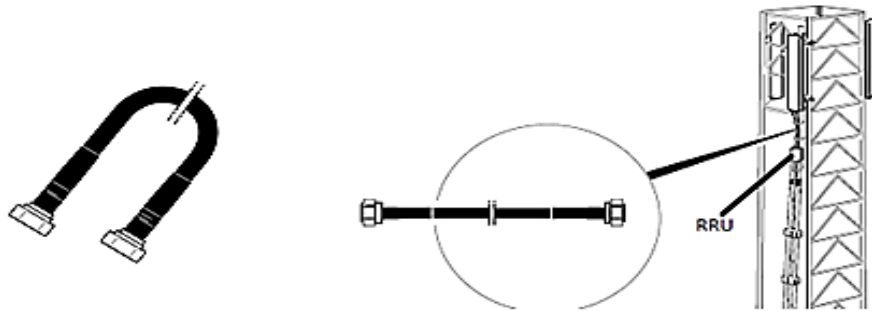


Figura 27. Líneas de Jumper que conectan RRU con Antenas
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

2.9.7. Conexión de fibras (CPRI).

Las líneas de fibra óptica se conectarán en los puertos de salidas y entrada de la unidad digital (DUW 4101: A, B...F) y el radio remoto (RRU12B2); se utilizará líneas de fibra tipo **LC- Duplex** de 100 metros de longitud. Las señales serán transportadas por medios ópticos en forma de haz de luz, hacia las unidades de radio, donde serán procesadas para luego ser radiadas por las antenas hacia el espacio libre. La comunicación entre estos dos equipos será full duplex, debido a que manipulará enlaces ascendentes (UL) y descendentes (DL). Las líneas de fibra óptica, estarán contenidas en el interior de tubos de material plástico sólido, con el fin de protegerlo de la intemperie. En la figura 28 se muestra lo antes mencionado.

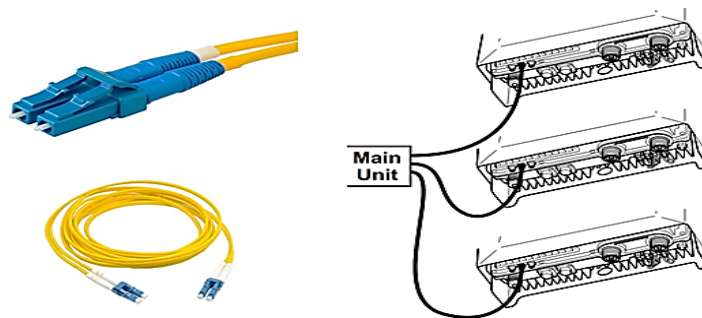


Figura 28. Conexión de FO entre DUW y RRU.
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

2.9.8. Instalación de radios.

En nuestro diseño, como anteriormente mencionamos, utilizaremos radios remotos (RRU). Este tipo de diseño pretende disminuir mayormente los problemas como pérdida de potencia por valores elevados de ROE, causados por el deterioro de las líneas de feeder, los cuales son utilizados comúnmente con radios tipo indoor (RU).

El radio remoto seleccionado para nuestro diseño es el **RRUS12B2** de la serie **KRC161299/2**. A continuación enlistaremos sus características principales:

- Opera en bandas GSM, WCDMA y LTE
- 4 portadoras para radio acceso WCDMA
- 2.5 Gbps CPRI (Common Public Radio Interface)
- 40 MHz IBW (Instantaneous Band Width).
- Ancho de banda 60 MHz
- 16QAM UL (depende de la licencia)
- 64 QAM DL (depende de la licencia)

Dimensión y peso.

RADIO	ALTO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg)
RRUS 12 B2	418	458	129	23

Tabla 10. Características de Radio

Configuración de sectores.

Para aprovechar al máximo los recursos de hardware, se configuró los sectores del siguiente modo.

FRECUENCIA	Primera Portadora	Primera Portadora	Tercera Portadora
	1CX=1900	2CX=1900	3CX=1900
RRU	RRUS12B2		

Tabla 11. Configuración de Sectores

La RRUS12B2 tiene 2 salidas RX/TX para conexión en antenas, pueden ser utilizadas con dos tecnologías en modo mixed (3G-2G, 2G-LTE). En las siguientes figuras, mostramos su característica física.

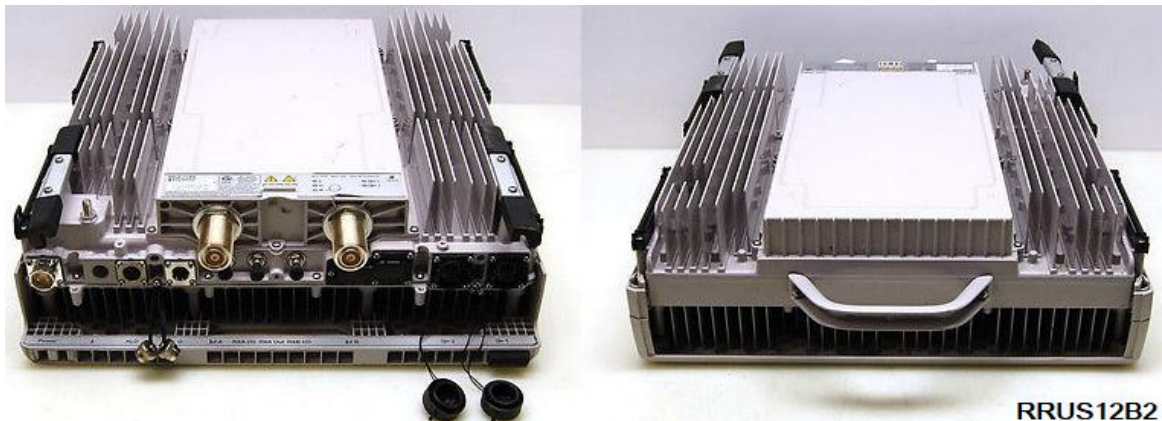


Figura 29. Características Físicas de RRU_ RRUS12B2

2.9.9. Instalación del sistema radiante.

El correcto diseño, definirá la eficiencia espectral del sistema radiante. Parámetros como azimut de antena, tilt eléctrico u mecánico, potencia de los equipos transmisores, y altura de la antena, ajustaran el área de cobertura, el cual se pretende abarcar.

Instalación de antena.

El elemento radiante que utilizaremos, es una antena sectorial; en la actualidad es muy utilizada en las celdas telefónicas por sus características directivas y omnidireccionales. Al momento de instalar es necesario realizar cálculos previos para los requerimientos de cobertura.

Azimut de antena: Define la dirección del haz en el plano horizontal. Para el sitio MN0235 se definió 50° de ángulo azimutal en el sector A, 220° para el sector B y 315° para el sector C.

Tilt eléctrico: Acota la distancia de cobertura en el plano vertical, modificando las características del patrón de radiación de la antena. Existen fórmulas especiales para el cálculo de este parámetro, en donde la topografía del suelo, altura de la antena, y la distancia máxima de cobertura, son variables de mucha importancia al momento de definir el valor del tilt. En el siguiente cuadro mostramos los valores de los parámetros anteriormente mencionados.

PARAMETROS DE ANTENA			
PORTADORAS	TILT	AZIMUT (GRADOS)	DISTANCIA DE COBERTURA (m)
SECTOR A	8	50	1.61 Km (Aprox)
SECTOR B	2	220	4.80 Km (Aprox)
SECTOR C	7	315	1.61 Km (Aprox)

Tabla 12. Parámetros de antena.

Una vez definido los valores del ángulo azimutal y tilt eléctrico, se procederá a instalar la antena en una estructura vertical, en este caso, un monopolo de concreto reforzado con aproximadamente **15 metros** de altura. Consta de 3 sectores que lógicamente están asignados como: **G=M=J**, **H=N=K** y **I=O=L**.

La antena quedará sujeta de herrajes metálicos, diseñados especialmente para sostenerlas y para modificar sus parámetros mecánicos (tilt, azimuth); estas estarán soportadas en mástiles previamente instalados por personal de obras civiles.

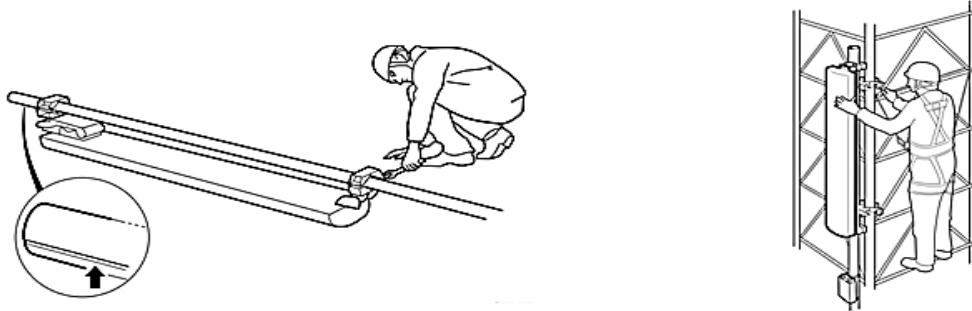


Figura 30. Instalación del sistema radiante.
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

En capítulos anteriores se mencionó la completa estructura de un sistema radiante de tecnología 3G. Antes de montar la antena en los mástiles, es necesario instalar ciertos dispositivos de control, los cuales se muestran en la figura 31. En el diagrama de la figura 32, mostramos los procesos de instalación de la antena, tomando en cuenta la adaptación de dispositivos de control y amplificación.



Figura 31. Equipos complementarios para Sistema Radiante
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

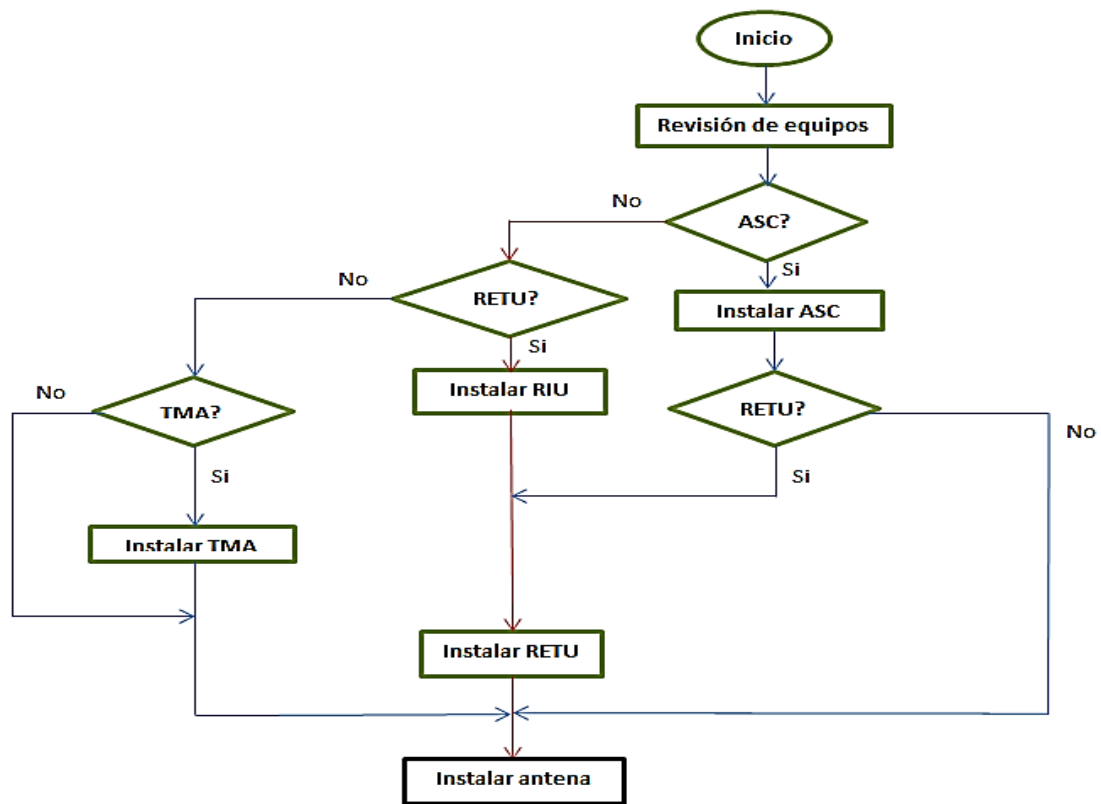


Figura 32. Proceso de instalación de antenna

Analizador de líneas.

Antes de conectar el sistema radiante a los equipos RRU, es necesario medir el valor de SWR (ROE); para esto se utilizan equipos especiales los cuales utilizan pulso de ondas para medir todo el trayecto de la línea de transmisión. Los valores de SWR deben de estar entre 1 a 1.4, valores adimensionales. Como ejemplo si tenemos **1.4** de SWR se tiene un porcentaje de 2% de onda reflejada, con 98% de la potencia llegando a los elementos pasivos, que en este caso son las antenas; el equipo transmisor tendrá que estar diseñado para soportar 2% de potencia reflejada.

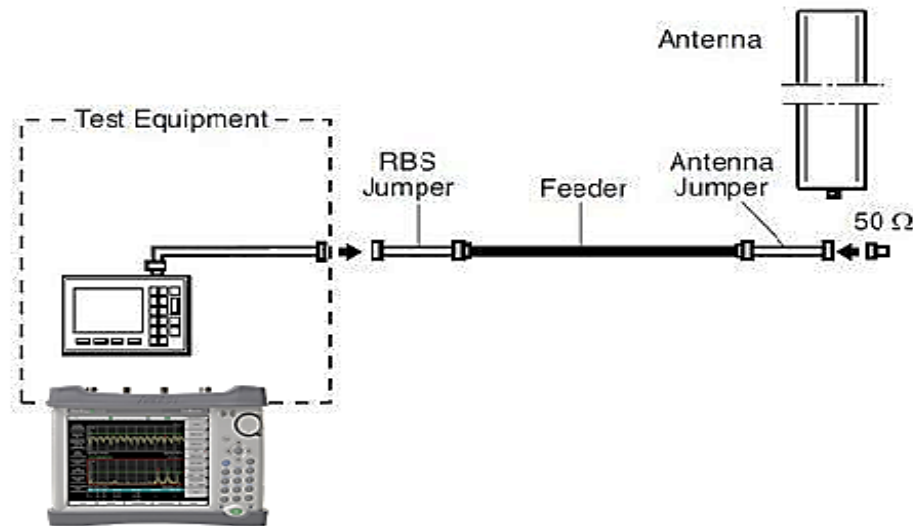


Figura 33. Analizador De Líneas.
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

2.10. Integración del sitio celular MN0235 a la red.

Instalar los equipos y acondicionar el sitio no es suficiente para que este maneje tráfico, es necesario configurarlo con las especificaciones de la operadora. Para que el nodo realice sus funciones, necesitará ser integrado a la red, estos son procedimientos que requieren intervención de personal capacitado para dicha labor. La integración es realizada por ingenieros en la RNC; la unidad digital tendrá que ser configurada por el ingeniero de campo.

Las siguientes reglas se aplican a todas las configuraciones de banda base:

- El número máximo de DU por nodo es 2.
- El número máximo de ramas portadoras por DU es 12.
- El número máximo de ramas portadoras por enlace CPRI x2 (1,2 Gb/s) es 8.
- El número máximo de ramas portadoras por enlace CPRI x4 (2,5 Gb/s) es 16.

- El número máximo de portadoras por sectores es de 4

En cuanto a la configuración de la RBS, los parámetros de mayor interés son: el bloque de configuración de las radios (RBB), al igual que el bloque de configuración de unidades digitales (DBB); con estos parámetros indicamos como estará estructurado el interface de la RRU con respecto a la DU y su capacidad de tráfico. En el caso del sitio MN0235, el cual poseerá 3 sectores con 3 portadoras cada uno; se seleccionó la configuración de radios **RBB22_1B** y unidad digital (DU) **DBB10_01**.

RBB (Number of RUs)	Number of Sectors	Number of Carriers per Sector	Maximum Total Number Of Carriers	DBB
RBB10_1A (1)	1-3	1-2	6	DBB10_01
RBB11_1A (1)		3-4	12	DBB21_02
RBB12_1A (1)	4	1	4	DBB10_02
RBB22_1A (2)		1-3	12	DBB21_01
RBB22_1B (1)	5-6	1	6	DBB10_02
RBB22_1C (2)		1-2	12	DBB21_01
RBB22_2A (2)	1-3	1-2	6	DBB10_01
		3-4	12	DBB21_02
RBB24_1A (2)	1-3	1	3	DBB10_01
		1-2	6	DBB21_01
RBB22_1B	1-3	3	9	DBB10_01
RBB42_1B (2)	1-3	4	12	DBB21_01

Figura 34. Elección de configuración de Hardware en RBS 6101.
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

La elección del RBB22_1B, dependiendo del tipo de radio (RRUS12B2) nos da las siguientes características:

- 2 Tx por portadora
- 2 Rx por portadora
- Se activa las funciones MIMO (2Tx, 2Rx)
- Mayor capacidad de manejo de tráfico (UL, DL)

La potencia de transmisión se dividen por la cantidad de portadoras por sector, esto quiere decir, que para el caso del sitio MN0235 el cual se le configuró 3 portadoras por sector, con una potencia de 120 W; su potencia será dividido en 40 por portadora, el cual puede ser modificado a conveniencia de la operadora. Con esto se confirma que hay una reducción de potencia cuando se requiere mayor manejo de tráfico. A continuación se ilustra el RBB utilizado en el sitio MN0235

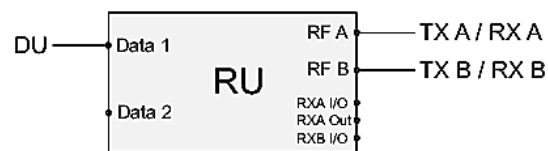


Figura 35. RBB Utilizada en MN0235.
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

La elección del DBB10_01 define la cantidad de unidad digital que coexistirá en el interior de la RBS, en el caso del sitio MN0235, se utilizará una DUW (definido por el DBB). A continuación se ilustra el DBB utilizado en el sitio MN0235.

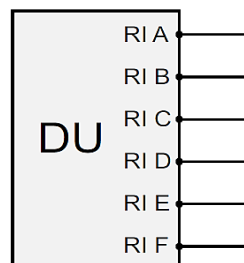


Figura 36. DBB Utilizada en MN0235
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

Debido a que el diseño de 3 sectores es de 1 RRUS12B2 por sector y una unidad digital que gobernará los radios, estos serán conectados en los 3 primeros puertos de interfaz de radio (RIA, RIB, RIC). El siguiente cuadro, nos

muestra el orden de conexión entre los puertos de la DU con respecto a las RRUS.

PUERTOS DE LA DU	CONEXIÓN A SECTORES
	DBB10_01
RI A	S1
RI B	S2
RI C	S3
RI D	S1
RI E	S2
RI F	S3

Tabla 13. Conexiones de puertos de DU con la RRUS

Existe la posibilidad de integrar un sitio con dos DU, esto con el fin de aumentar la capacidad del nodo, con más portadoras. El código **DBB21_01** corresponde a un sitio con 3 sectores y 4 portadoras (3X4) por sector, cada uno con 4 Tx y 2 Rx por portadora; cabe destacar que al igual, los RBB's tienen que ser compatibles a la configuración de los DBB's; para este caso podemos elegir como arreglos de radio el siguiente código: **RBB42_1B**.

RBB (Number of RUs)	Number of Sectors	Number of Carriers per Sector	Maximum Total Number Of Carriers	DBB
RBB10_1A (1)	1-3	1-2	6	DBB10_01
RBB11_1A (1)		3-4	12	DBB21_02
RBB12_1A (1)	4	1	4	DBB10_02
RBB22_1A (2)		1-3	12	DBB21_01
RBB22_1B (1)	5-6	1	6	DBB10_02
RBB22_1C (2)		1-2	12	DBB21_01
RBB22_2A (2)	1-3	1-2	6	DBB10_01
		3-4	12	DBB21_02
RBB24_1A (2)	1-3	1	3	DBB10_01
		1-2	6	DBB21_01
RBB32_1A (3)	1-3	3	9	DBB21_01
RBB42_1B (2)	1-3	4	12	DBB21_01

Figura 37. Arreglos RBB42_1B, para mayor capacidad del nodo.
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

La siguiente figura ilustra la combinación de unidades digitales y radios, para lograr aumentar la capacidad del nodo a 3 sectores con 4 portadoras por sector. A la izquierda, mostramos las unidades digitales las cuales están sincronizadas para operar en la configuración de 3X4. A la derecha la combinación de radios, los cuales también están sincronizados.

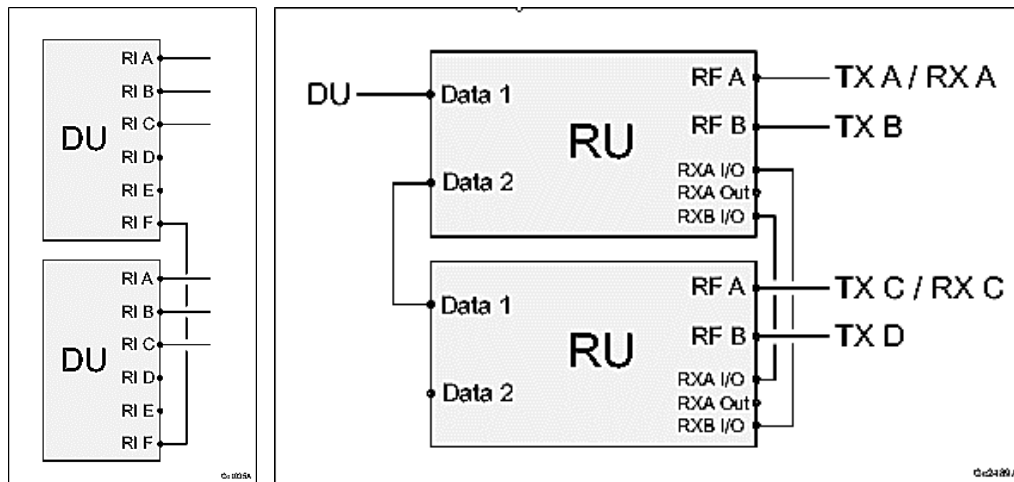


Figura 38. Combinación de RU y DU para Cuarta Portadora
(Ericsson, RBS Description RBS 6101, 2010)

Conociendo los parámetros antes mencionados, procedemos a configurar el nodo; para esto el ingeniero de campo, debe de tener varios archivos (Script) de configuración, los cuales llevan parámetros acondicionados a solicitud de la operadora.

2.10.1. Scripts para configuración.

Es necesario ajustar gran cantidad de parámetros al nodo, con el cual se le asignará sus características que lo diferenciará de las demás celdas celulares en la red. Existe tres métodos de configuración con el cual se integra el nodo a la red, estos pueden ser de forma manual, autointegración, y semi-autointegración. El método mayormente utilizado es la semi-autointegración; en el cual se utiliza

tres tipos de archivos, llamados también **Script**; estos contienen todo los parámetros de configuración necesarios para la puesta en marcha del nodo.

Script Cabinet Equipment.

Este archivo contiene parámetros de configuración específicos del nodo, tales como:

- Modelo de RBS (6101)
- Cantidad de sectores (pueden ser de 1 a 6)
- Numero de radio por sector (cantidad de entre 1 y 2)
- Voltaje de operación
- Tipo de sistema de climatización
- Dirección IP de acceso local (169.254.1.1)
- Código de cantidad de portadoras y configuración de radio (RB1, RB1B, RB2, RB3, RB3B, RB4, RB5, RB4B, RB6, RB6B, RB7, RB7B, RB8, RB8B, RBB12_1A, RBB12_2A, RBB22_1A, RBB22_2B, RBB22_4B, RBB24_1A, RBB10_1A, RBB11_1A, RBB32_1A)
- Potencia por portadoras

Script O&M Access.

Con este archivo se configurará la dirección IP de O&M, sus VLAN, puerta de enlace, mascara de subred, la dirección IP del lub (IP de plano de usuario/ plano de control), lub VLAN, lub Gateway y mascara de subred lub. Mencionamos algunos parámetros que contiene este Script:

- Configuración de puerto Gigabit Ethernet (puerto para la comunicación entre los equipos enrutadores)
- Dirección IP de ruta (agrega una nueva ruta a la tabla de enrutamiento)
- Parámetros de sincronización.

Script Site Equipment.

Contiene parámetros de interés para las demás capas en la red y hardware externos, tales como:

- Nombre del sitio (MN0235)
- Configuración de la banda de operación de cada sector
- Configuración de secuencia de sectores a utilizar (1, 2, 3, 4, 5, 6)
- Modelo de radio instalado (RRU12B2)
- Coordenadas como latitud y longitud de los sectores
- Dirección de haz
- Configuración de RET's y TMA's
- Tilt mecánico
- Tilt eléctrico
- Cantidad de portadoras por sector (3CX)
- Tipos de cables para la conexión entre la unidad digital y las radios

Los parámetros de estos tres archivos, son previamente configurados por ingenieros (Scriptmaker) de la industria fabricante (Ericsson) del hardware utilizado (RBS6000).

2.10.2. Procedimientos para la configuración de la RBS 6101.

En el siguiente diagrama, se muestra los pasos a seguir para iniciar y concluir satisfactoriamente con la configuración de la RBS. Es importante mencionar, que antes de iniciar la configuración, todos los elementos que formen parte de la estructura de la RBS deben de estar debidamente instalados y energizados.



Figura 39. Configuración de RBS 6101

2.10.3. Configuración de unidad digital (DUW).

Para configurar la unidad digital es necesario acceder a su sistema; para esto los fabricantes ofrecen las configuraciones de terminales para la comunicación entre la DU y un ordenador. Comúnmente se utiliza el cable “Y” que nos facilita la ejecución de varios procedimientos de configuración en solo uno de los puertos de formato Ethernet en la DUW (puerto **LMT** de la DUW). El objetivo de utilizar este tipo de cable, es para ejecutar operaciones paralelamente. Las terminales del cable, constan de un conector USB macho y Ethernet.

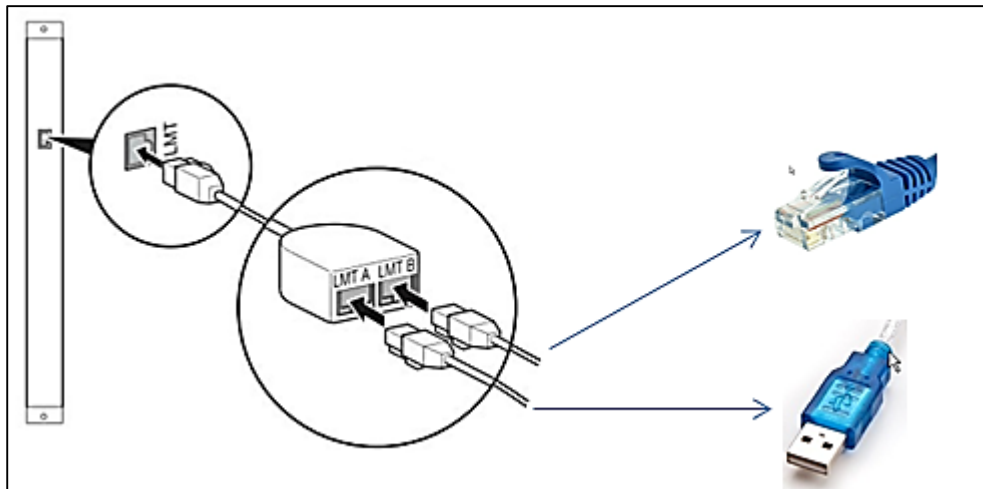


Figura 40. Terminales de conexión para la comunicación entre la DU y un ordenador.

Configuración IP del nodo (IP de Acceso local).

Basic SW Package.

Se refiere a la plataforma de software, que contiene todas las características específicas del nodo.

Para la instalación del Basic Package es necesario un programa FTP (File Transfer Protocol). También la configurar del IP del nodo con antelación; de lo contrario no se tendrá acceso alguno al equipo; para esto utilizamos el programa Hyperterminal; el cual se debe de configurar en modo por defecto o predeterminado; una vez realizado estos ajustes, entramos al sistema de la unidad digital en donde nos solicitará usuario y contraseña, ahí digitamos lo siguiente:

Usuario: **rbs**

Contraseña: **rbs**

Ahora el nodo es gestionable. Aun no podemos configurar el IP de gestión local, necesitamos conocer la existencia de los registros c2 y d de la unidad digital, así también eliminar contenido innecesario en estos registros; aquí se transferirá el Basic Package. Debemos seguir los siguientes pasos, para concluir exitosamente con la gestión de estos:

- Creación del registro c2 (si este no existe)
- Formateo de los discos **c2** y **d** de la DUW (Scratch)
- Instalación del Basic Package en los discos c2 y d de la DUW

Formateo de los discos c2 y d.

Continuamos utilizando Hyperterminal como interface de comando para manipular los registros del nodo y así realizar el formateo de estos. Para los casos donde no se encuentra la carpeta **c2**, este tendrá que ser creado, pues contendrá información de HW del nodo. Con los siguientes comandos podemos crear la carpeta:

reload -- con este comando reiniciamos el nodo en modo Backup

mount_c2 este es el comando con el que creamos la carpeta que hace falta

Los siguientes comandos son para formatear los datos contenidos en esas carpetas, que por defecto podrían traer:

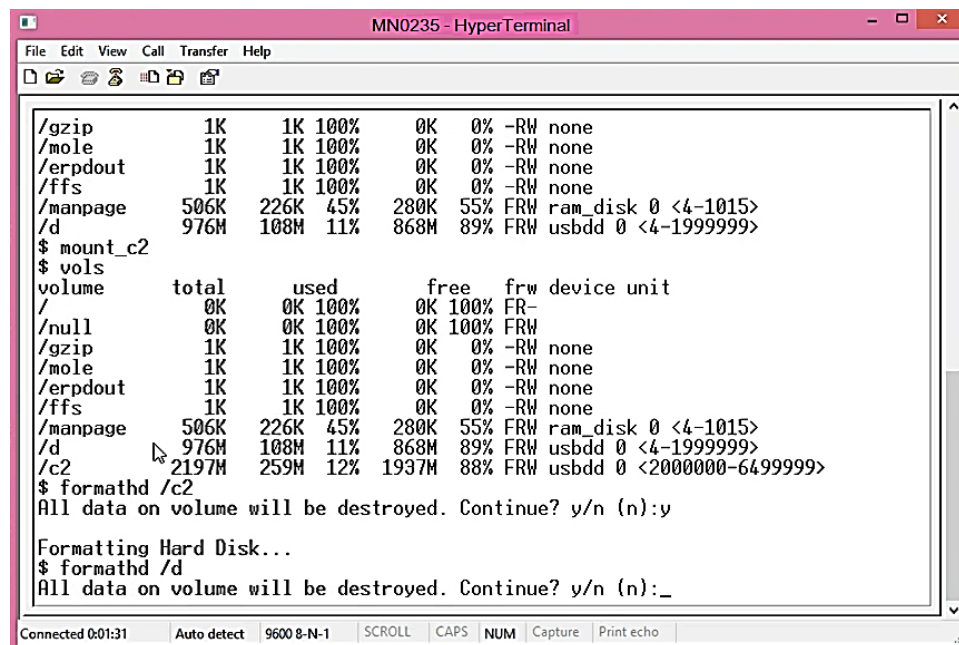
formathd /d

Aparecerá el siguiente mensaje: All data will be destroyed. Continue? y/n (n):
contestar con: y

formathd /c2

Aparecerá el siguiente mensaje: All data will be destroyed. Continue? y/n (n):
contestar con: y

Esperar unos segundos para el formateo de las carpetas. Es de buena práctica utilizar el comando **vols**, con el cual observamos si el registro fue creado y si este posee información que repercutiría al momento de instalar el Basic Package.



```

MN0235 - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help

/gzip      1K      1K 100%    0K    0% -RW none
/mole      1K      1K 100%    0K    0% -RW none
/erpdout   1K      1K 100%    0K    0% -RW none
/ffs       1K      1K 100%    0K    0% -RW none
/manpage   506K    226K 45%    280K  55% FRW ram_disk 0 <4-1015>
/d         976M    108M 11%    868M  89% FRW usbdd 0 <4-1999999>
$ mount_c2
$ vols
volume      total      used      free    frw device unit
/           0K        0K 100%    0K 100% FR-
/null       0K        0K 100%    0K 100% FRW
/gzip       1K        1K 100%    0K    0% -RW none
/mole       1K        1K 100%    0K    0% -RW none
/erpdout    1K        1K 100%    0K    0% -RW none
/ffs        1K        1K 100%    0K    0% -RW none
/manpage    506K    226K 45%    280K  55% FRW ram_disk 0 <4-1015>
/d          976M    108M 11%    868M  89% FRW usbdd 0 <4-1999999>
/c2         2197M    259M 12%    1937M 88% FRW usbdd 0 <2000000-6499999>
$ formathd /c2
All data on volume will be destroyed. Continue? y/n (n):y
Formatting Hard Disk...
$ formathd /d
All data on volume will be destroyed. Continue? y/n (n):_

```

Connected 0x01:31 Auto detect 9600 8-N-1 SCROLL CAPS NUM Capture Print echo

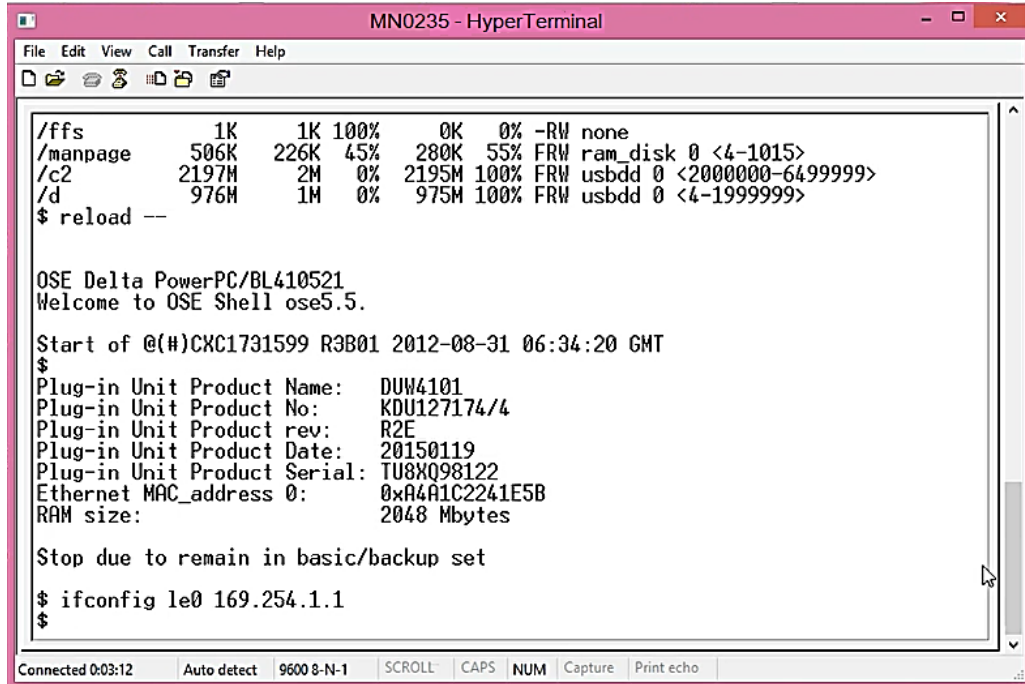
Figura 41. Formateo de discos c2 y d.

Una vez creado y eliminado la información en los registro, es necesario reiniciar el nodo en modo Backup con el comando **reload--**.

Procedemos con la configuración de IP de la gestión local al nodo.

Con el siguiente comando, definimos el IP a utilizar durante todo el proceso de configuración del nodo.

```
ifconfig le0 169.254.1.1 netmask 255.255.255.0
```



```
MN0235 - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
/ffs      1K      1K 100%    0K      0% -RW none
/manpage  506K    226K 45%    280K    55% FRW ram_disk 0 <4-1015>
/c2       2197M   2M    0%    2195M  100% FRW usbdd 0 <2000000-6499999>
/d        976M   1M    0%    975M  100% FRW usbdd 0 <4-1999999>
$ reload --

OSE Delta PowerPC/BL410521
Welcome to OSE Shell ose5.5.

Start of @(#)CXC1731599 R3B01 2012-08-31 06:34:20 GMT
$
Plug-in Unit Product Name:  DUW4101
Plug-in Unit Product No:    KDU127174/4
Plug-in Unit Product rev:   R2E
Plug-in Unit Product Date:  20150119
Plug-in Unit Product Serial: TU8XQ98122
Ethernet MAC_address 0:     0xA4A1C2241E5B
RAM size:                   2048 Mbytes

Stop due to remain in basic/backup set

$ ifconfig le0 169.254.1.1
$
Connected 0:03:12  Auto detect  9600 8-N-1  SCROLL  CAPS  NUM  Capture  Print echo
```

Figura 42. IP de acceso local al nodo.

Una vez definido el IP, procedemos con la carga de del Basic Package.

Instalación del Basic Package en los discos c2 y d de la DUW.

Procedemos a instalar el **Basic Package** en las carpetas **c2 y d** del nodo, con un programa **FTP**; se configura IP de acceso local en el ordenador, al igual que en el programa; para la transferencia de la información, tenemos que elegir la opción de transferencia en modo binario; hecho esto seleccionamos la carpeta destino y la carpeta a transferir, posteriormente presionamos las flechas bidireccionales de transferencia que se encuentran en el programa. Esta misma operación será para la transferencia en ambas carpetas (c (c2), d).

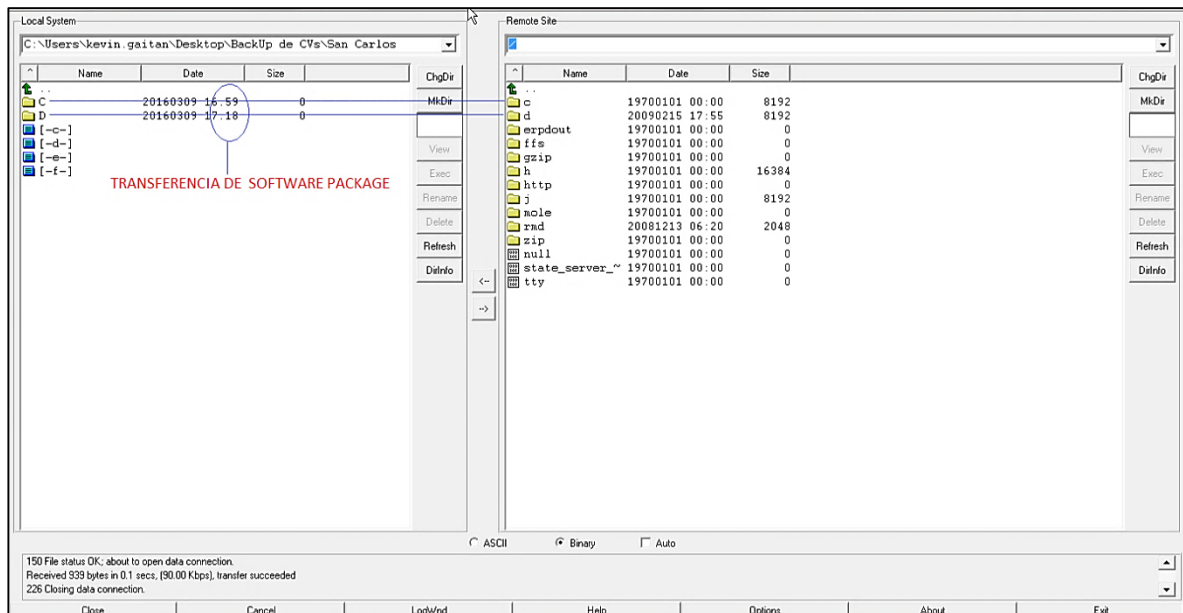


Figura 43. Transferencia del Basic Package a c2 y d.

Realizado la transferencia a los archivos c2 y d, se debe de reiniciar el nodo, para esto se utilizará el siguiente comando: **reload** con este comando se reinicia el nodo, sin ponerlo en modo Backup; con este reinicio se crea el primer archivo de versión de configuración (CV). Realizado los procedimientos anteriores, procedemos a la carga de los Script.

Carga del Script Cabinet Equipment.

El ingeniero en campo, debe de poseer los 3 archivos de configuración de la RBS, los cuales le son entregados por personal de implementación; quienes están especializados para realizar cambio y mejoras a estos archivos. Para la carga de script, es necesario tener un interfaz de comunicación entre el integrador y el nodo, para esto se utiliza un programa del fabricante (Ericsson), el cual es el **Element Manager** (EM); con este programa se realizaran las diferentes operaciones requeridas, para activar el nodo. El integrador de campo, debe establecer el IP de comunicación entre el nodo B (**169.254.1.1**) y su

computadora (**169.254.1.2**) para así poder configurarlo. Una vez accedido al nodo mediante el programa EM, procedemos a la carga de script.

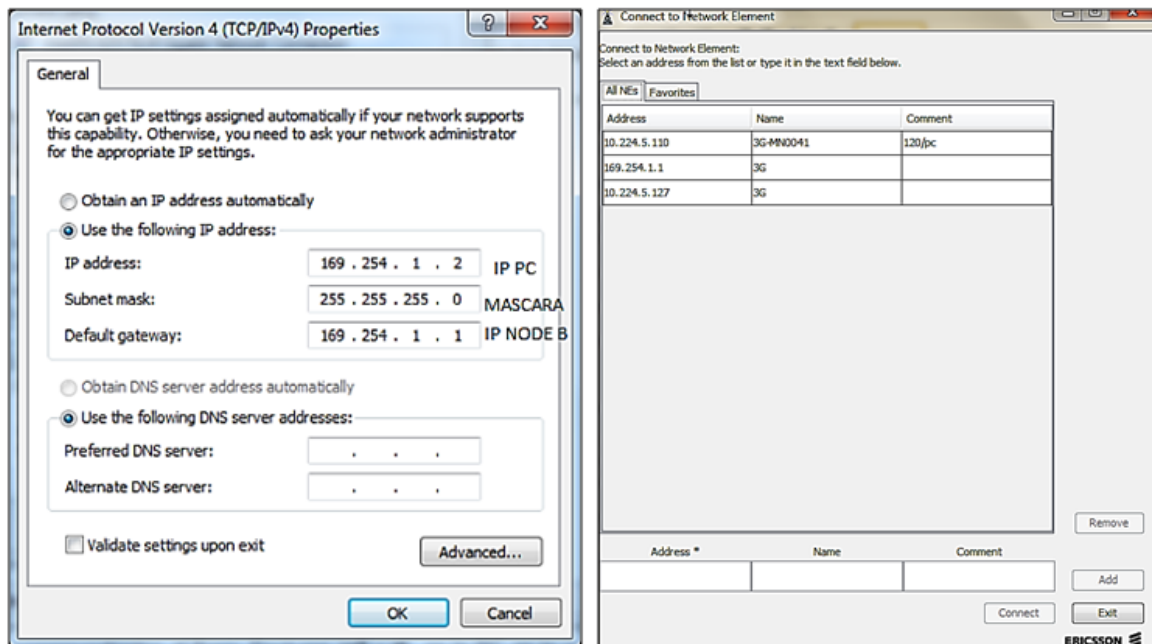


Figura 44. Preparando Ordenador para acceder al nodo.

En la barra de opciones del programa EM, elegimos la opción **Tools**, este contiene subopciones para la carga de scripts; seleccionamos la opción de script a cargar, entramos a la venta de dialogo, marcamos la casilla **Use Configuration file**, al hacer esto, activamos la opción de seleccionar el archivo a cargar, presionamos el buscador de archivos, y elegimos el script correspondiente, en este caso el **Cabinet Equipment**. Debido a que los parámetros ya fueron previamente establecidos antes de la visita para la integración del nodo; se procederá a la carga del script. Si se desea realizar cambios en ciertos parámetros, puedes seleccionar la casilla **Wizard**, el cual te permitirá modificar los valores en el script seleccionado, de lo contrario seleccionamos la casilla **Automatic**. Este mismo procedimiento será ejecutado en la carga de los demás script (O&M Acces, Site Equipment). Si se eligió la opción Wizard, observarás

celdas de información contenidas en el Script, estos podrán ser modificados manualmente, si lo requiere.

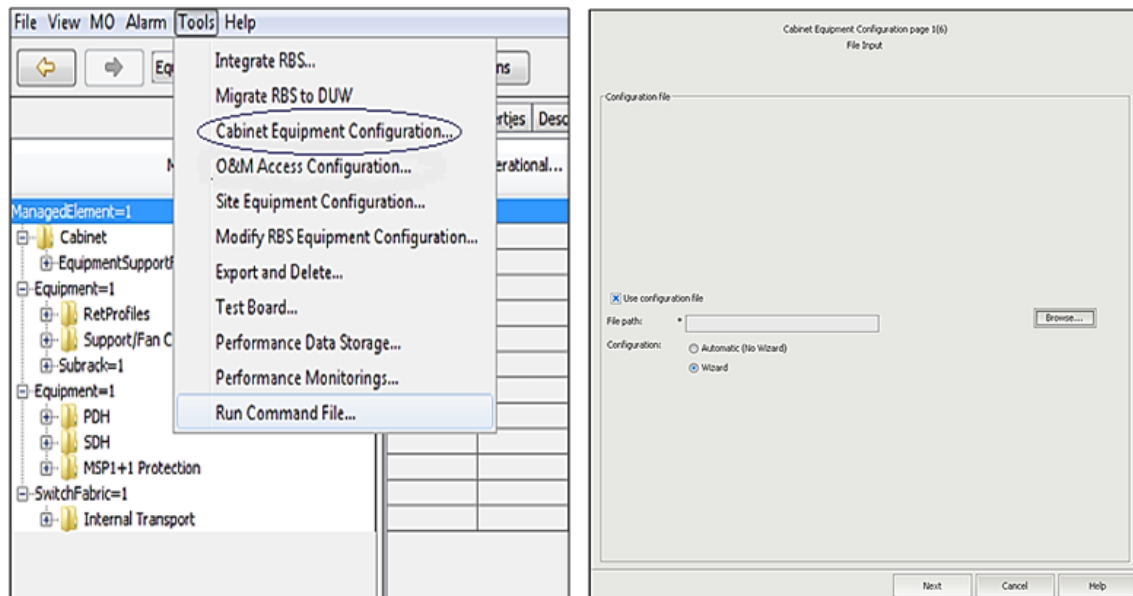


Figura 45. Carga del Script Cabinet Equipment

La carga exitosa de los scripts, ya sea el Cabinet Equipment, O&M Access o Site Equipment, darán como resultado el comunicado **Current Configuration successfully loaded**, esto nos asegura que el procedimiento realizado, fue contundente; luego de esto aparecerá un mensaje de opción de reinicio del nodo, en el cual presionamos **Ok**, y el nodo se reiniciara automáticamente, estableciéndose así, otro archivo de versión de configuración (CV). Todo lo antes mencionado sucederá en cada procedimiento de carga de los Script's.

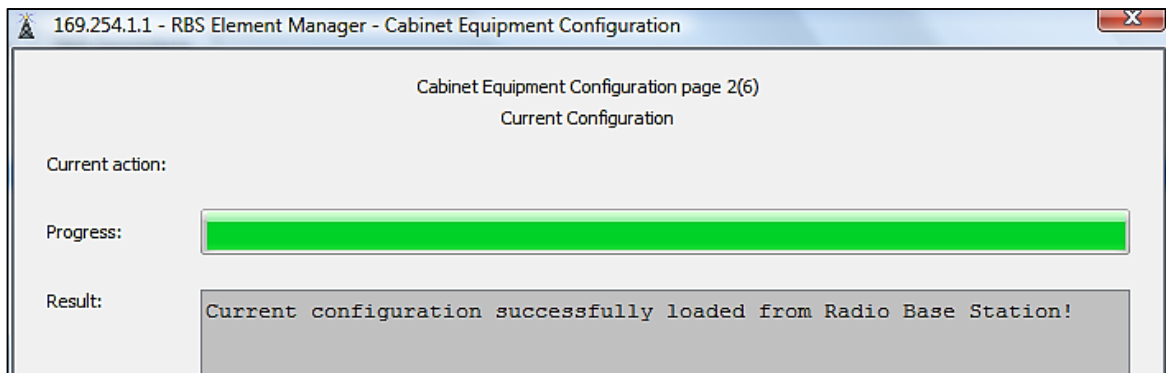


Figura 46. Carga de Scripts Satisfactoria

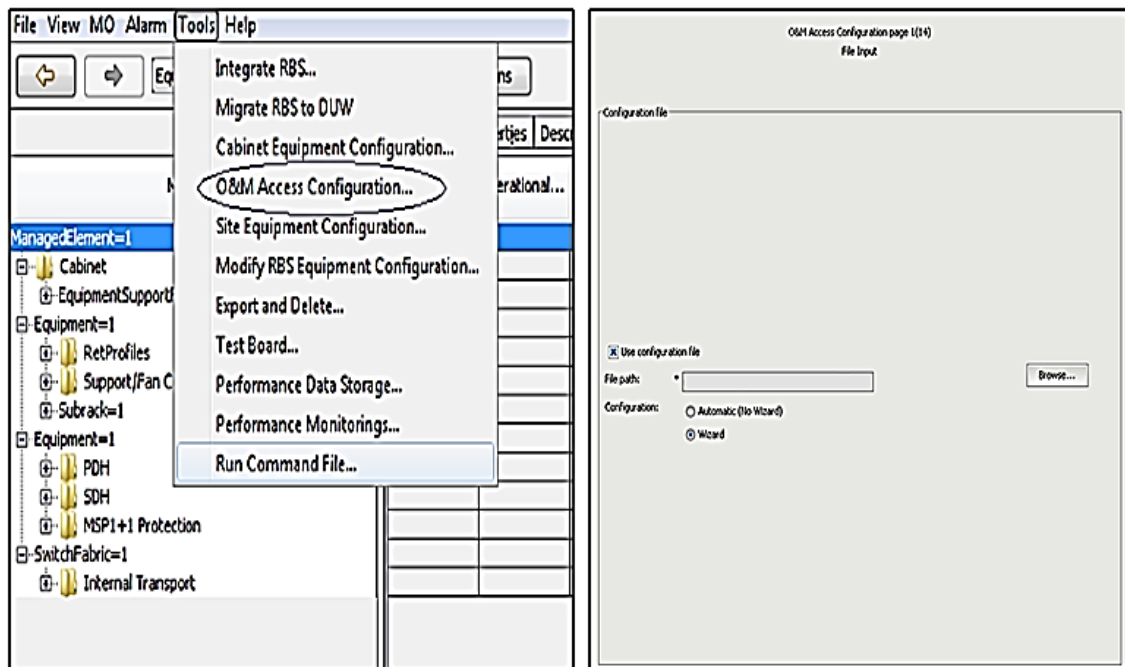


Figura 47. Carga del Script O&M Acces.

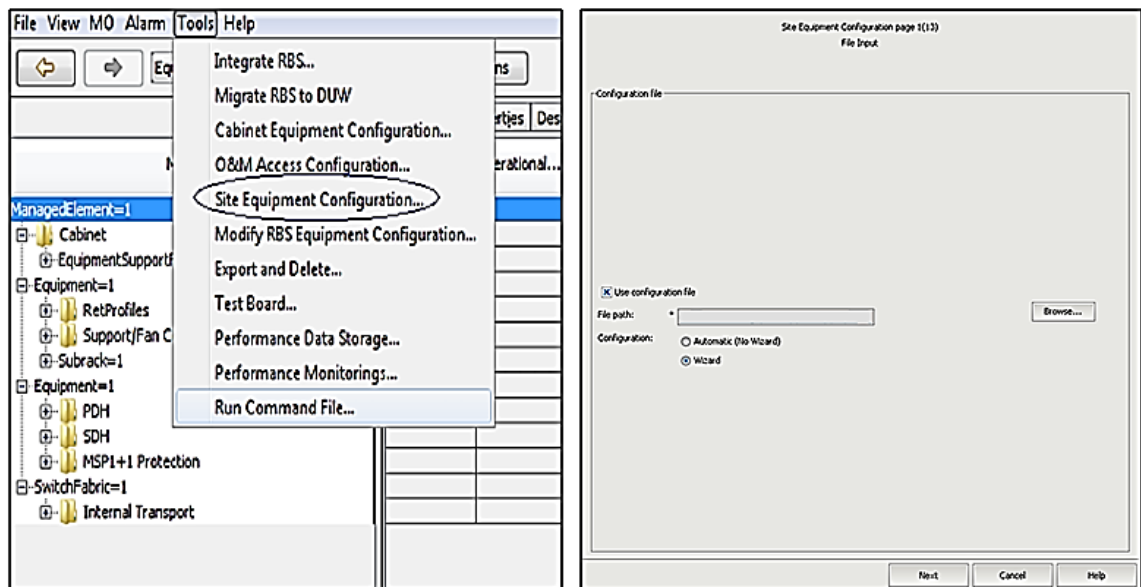


Figura 48. Carga del Script Site Equipment.

Script IUB Transport.

Este archivo define los parámetros de enlace entre el nodo B y la RNC por el cual será controlado. Para cargarlo al nodo, es necesario utilizar el programa EM; al igual que el procedimiento de carga de los tres script, debemos de acceder a la opción **tools**, elegir la subopción **Run Command File**, en donde nos aparecerá la ventana que nos permitirá cargar el archivo, antes de proceder a cargar, debemos de seleccionar las casillas de dirección de archivo, que en este caso sería en nuestro ordenador (Client), detención por errores (**Halt on errors**) y registro detallado (**Verbose logging**), con estas últimas dos opciones detectaríamos exactamente cualquier error en el archivo. La carga exitosa reflejara el mensaje de **Configuration Succeeded**. En caso de activar características **HSPA**, realizaremos estos mismos procedimientos. El nodo B ya está listo, en cuanto a configuración se trate. Hecho todos estos procedimientos, procedemos a contactar a personal administrador de la red, para que concluyan con la integración del sitio a la red del operador.

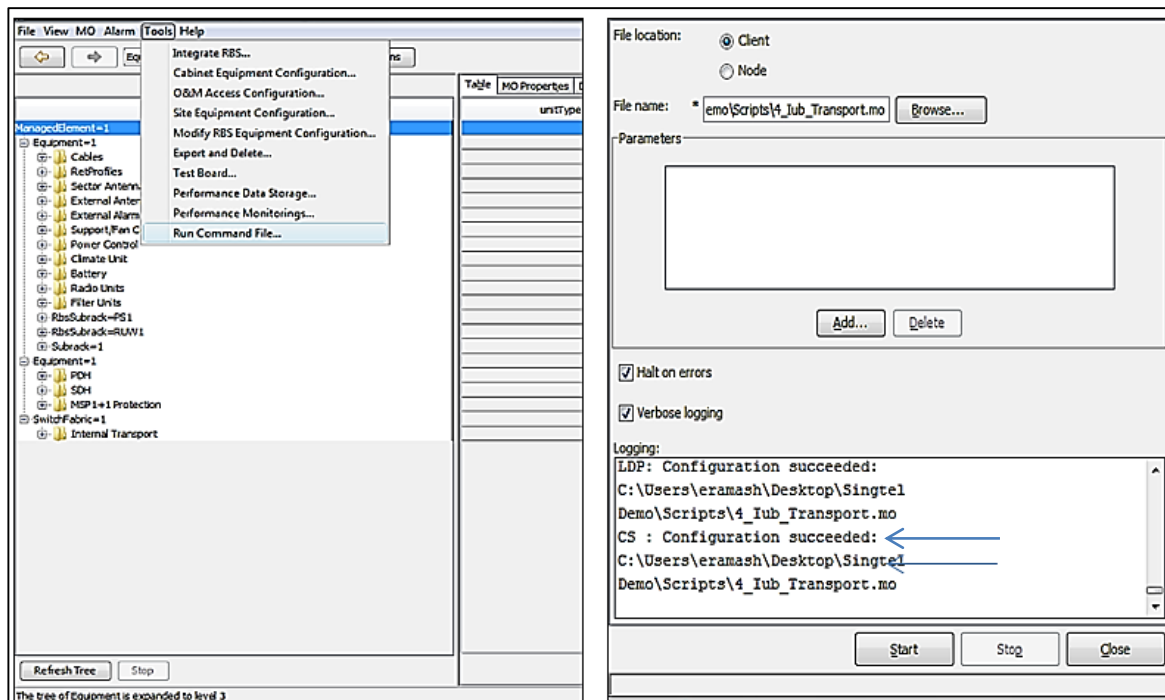


Figura 49. Carga del SCRIPT IUB Transport.

Carga de licencia operación.

El fabricante de la RBS y sus componentes de hardware, ofrecen licencias para activación de los componentes del nodo. Así también ofrecen licencias para activar funciones especiales tales como aumento en la potencia por portadora, mayor manejo de tráfico de usuarios HSPA, activación de HW para DCH, entre otros. Esta licencia puede ser ingresada al sistema del nodo, vía remoto, por administradores de la red y en el campo, por el configurador. Si el configurador no posee en mano la licencia, tendría que activar el nodo por 7 días, dando tiempo para que se ingrese la licencia, el cual se realizará remotamente; aquí utilizamos nuevamente Hyperterminal, nuevamente nos solicitarán usuario y contraseña, en donde utilizaremos los ingresados al inicio de la configuración.

Con el siguiente comando, realizamos la activación provisional del nodo.

\$ license iu activate

Con el siguiente comando realizamos la revisión de estado de activación de licencia:

\$ license iu status

Si el integrador posee la licencia para el sitio a integrar, puede utilizar un programa FTP, ubicarse en la carpeta donde se agrega todas las licencias de activación de HW. En la carpeta **d** del nodo, buscamos la subcarpeta llamada **license**; es aquí en donde será transferida la licencia desde un ordenador; una vez finalizado este procedimiento, tendremos activas las características de diseño.

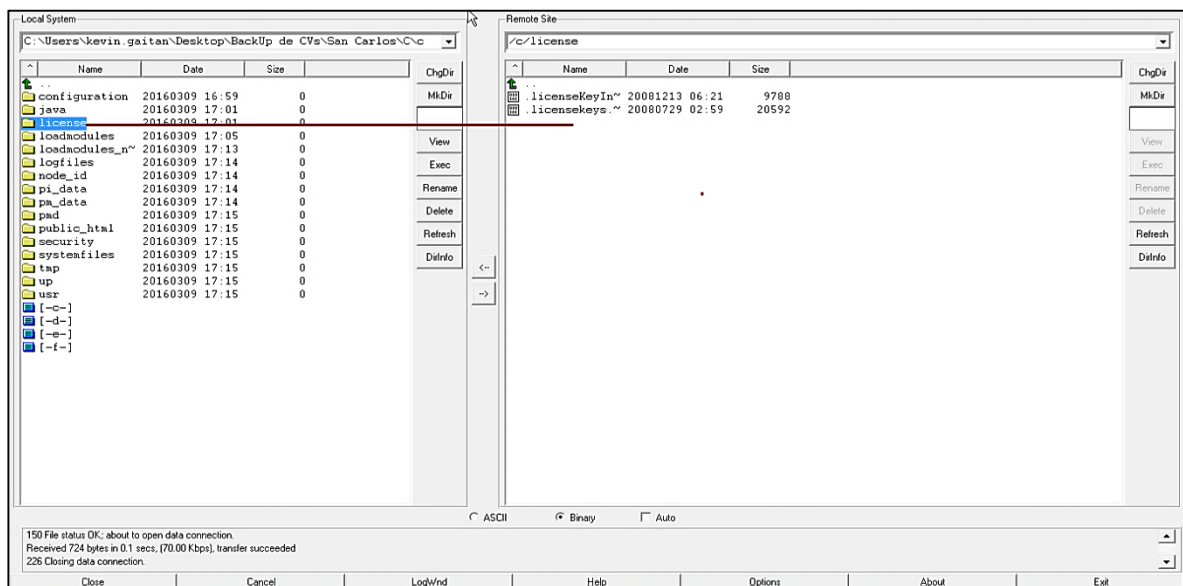


Figura 50. Transferencia de licencias de O & M del nodo.

Verificación de estado del Nodo.

Esta rutina es muy importante, pues podemos verificar el comportamiento del nodo; observando el estado de sus indicadores luminosos. Un estado de led rojo encendido, indica que el hardware está dañado, en cuanto al led verde

encendido de modo intermitente pero lento, indica problemas a nivel de configuración, sincronización o comunicación con las demás capas de la red; led verde en modo intermitente con frecuencia acelerada, indica un reinicio de equipo, que dependiendo de la veces de reinicio, esto podría indicar un estado cíclico del nodo, en el cual tendríamos que intervenir, para dar solución al problema. Idealmente solo tendríamos que observar el led verde en modo estático, lo cual indica que el nodo está en buenas condiciones y listo para procesar información de tráfico, ya sea voz o dato. El led azul encendido en modo estático, indica que el nodo se encuentra en modo mantenimiento.

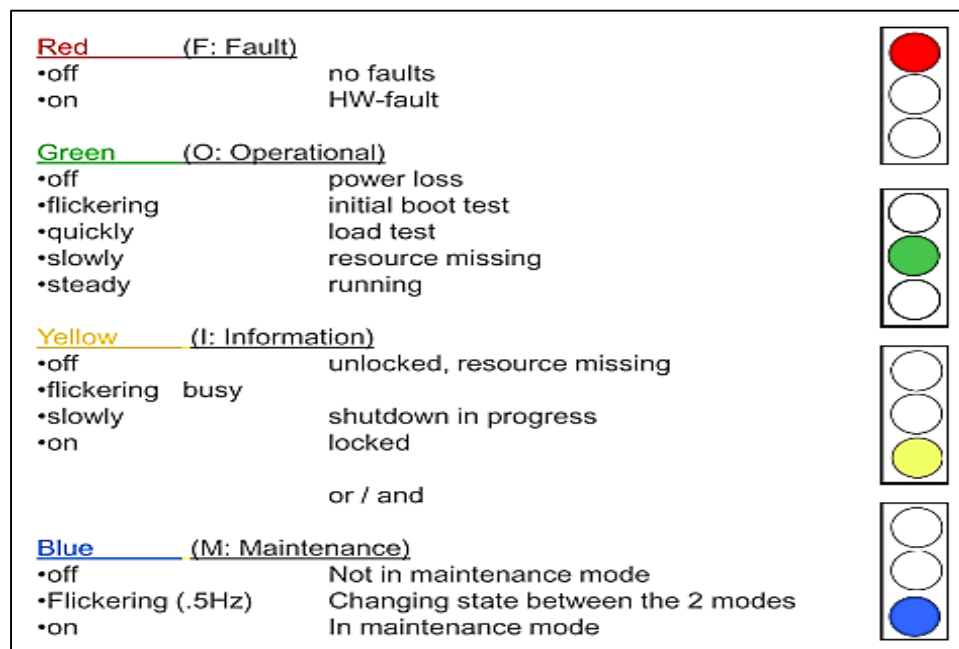


Figura 51. Estado del nodo según LEDs

Verificación de sectores.

Es de especial importancia ver si los sectores que fueron configurados, se encuentren habilitados, para esto utilizaremos el programa EM, y en la casilla de opciones principales elegimos la opción de **Radio Network**; aquí podemos observar los sectores creados, las portadoras por sector y sus respectivos

canales físicos, mapeados con respecto a los canales de transporte del nodo. Como observamos en la imagen, el cual nos ilustra los sectores y sus respectivas portadoras. Al sitio MN0235 se le configuró de tal modo que opere con tres sectores y tres portadoras (3X3); cada portadora tiene configurado por defecto, el mapeo de sus canales físicos con respecto a los canales de transporte; todo con el fin de lograr el control de los UE y la estación base en sí.

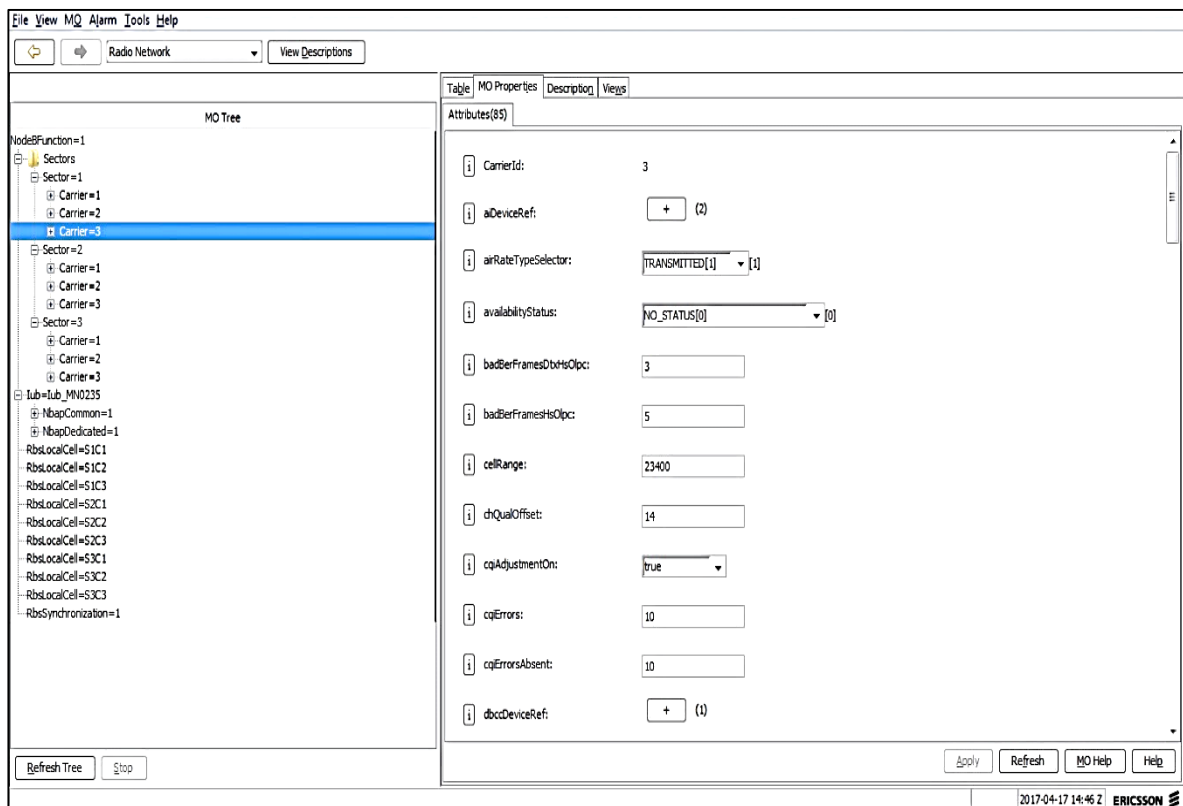


Figura 52. Verificación de Sectores

Verificación del HW externo.

Nuevamente y como en la mayoría de los procedimientos, utilizaremos el programa EM, y en la casilla de opciones principales elegimos la opción de **Equipment**; aquí podemos observar todo el HW con el cual se equipó al sitio, las alarmas externas, si es de requerimiento. Todos los componentes deben de estar

en modo **UNLOCKED**; puesto que un estado **LOCKED**, podría afectar al funcionamiento del nodo.

[illegible]

Figura 53. Verificación de HW externo

2.10.4. Integración de MN0235 a RAN.

Como fue mencionado; antes que sea integrado el nodo B del sitio celular a RAN, tuvo que pasar por la configuración inicial en sitio, esto realizado por ingenieros de RBS.

Una vez finalizada la configuración inicial del nodo, este deberá quedar en marcha y listo para que se gestione desde la RNC a través del OSS-RC. Se procede con lo siguiente:

- Realizar pruebas de conectividad con las IP de tráfico y gestión del nodo B desde el OSS-RC, ya que por medio del mismo se administra toda la Red de Acceso WCDMA. Estas tienen que ser satisfactorias.
- Ingresar a la RNC que lo gobernará en este caso la identificaremos con el nombre de RNCVF2E.
- Proceder con la integración lógica del sitio MN0235. Esto es realizado por el integrador del proveedor (Ericsson).
- Una vez finalizada la integración el nodo deberá estar a prueba durante cierto tiempo (Optimización). Esto es realizado por el proveedor y coordinado por personal de radio frecuencia

Integración lógica del sitio MN0235.

Es realizado en la RNC de origen a través del OSS-RC. Este provee diversas herramientas para que pueda ejecutarse la integración Lógica (Interface Gráfica, Interface de Líneas de Comando). Por cuestiones de confidencialidad con la operadora (Claro) y el proveedor (Ericsson) esto no será mostrado. A continuación explicaremos en qué, consiste este procedimiento.

En la RNC, los sitios celulares están conformados por MO (Managed Object) y Elementos de canal (Channel elements). El primero orientado a todo el Hardware que conforma al sitio y el segundo a todos los recursos de Software y Licencia que interactuará con los MO's. Lo antes mencionado es de suma importancia para la integración, ya que estos datos tienen que estar listos antes de comenzar con la misma.

El procedimiento se da en este orden:

- Creación de los MO del sitio.
- Se define todo el plan de IP para cada interface. Incluidas IP de gestión de tráfico.

- Se crean las interfaces de señalización (Plan de usuario y pan de control).
- Se crean las vecindades de cada sector.
- Se cargan los Elementos de canal. Estas deben coincidir con el Hardware instalado.

Finalizada la integración del nodo, se activa cada sector en un tiempo prudente, mismo que se tomara para realizar optimización de RF. Este servirá para determinar inconsistencias de MO's o Elementos de Canal. Respectivamente el nodo B se pone en marcha definitivamente. Con esto queda finalizada la integración y en adelante queda en monitoreo como parte de RAN, esto es realizado por personal de BSS CORE Operación y Mantenimiento.

2.11. Optimización del Sitio Integrado.

Con el nodo en producción se procedió a realizar una serie de actividades para determinar posibles fallas a nivel de HW, SW y RAN. Con esto garantizamos que el nodo trabaje sin problemas. Entre estas están:

- Someter al nodo a procedimientos de health check
- Realizar simulaciones con los parámetros configurados.
- Realizar pruebas de servicios, con recorridos en la zona de cobertura (Drive Test).
- Homologación de sectores a nivel de cluster.
- Realizar auditoria del sistema radiante si es necesario.

Para el sitio celular "MN0235 CETEL", se realizaron todas estas acciones. Actualmente forma parte de la Red de Radio Acceso del sistema de Telefonía Móvil 3G de la operadora Claro Nicaragua. También se efectuó un pequeño Drive Test que se realizó con una herramienta llamada "TEMS", cuyas imágenes están adjuntas en el anexo.

Conclusión.

El desarrollo de este trabajo monográfico nos enriqueció de muchos conocimientos, mediante el cual adquirimos la capacidad de entender con claridad temas de gran relevancia en el ámbito de las telecomunicaciones, tales como:

- Funcionamiento de la red de telefonía celular UMTS
- Funciones que desempeña una RBS 3G como primera controladora de radio acceso (WCDMA)
- Ejecución de proyectos para la integración de un determinado sitio celular.
- Supervisión de proyectos.
- Desempeño de las funciones, de cada área, en una operadora de Telefonía Celular.
- Ingeniería electrónica en el campo de las Telecomunicaciones.
- Experiencia laboral en el ramo de las Telecomunicaciones.

Concluimos que para la integración de una RBS 3G, se debe conocer la función que este desempeña en la red de radio acceso; no solo como elemento de red, sino como parte de un sitio celular, y partiendo de este punto, establecer un proceso que poco a poco nos lleve a la elección de un modelo de RBS determinado, que cumpla con lo contemplado en un plan de proyecto, según las necesidades tanto de la población como la del operador de telefonía.

La elección e instalación de los equipos (switch, respaldo de baterías, MG, climatizadores) que mantendrán operativo al sitio celular dependerá directamente del estudio de emplazamiento que se haga para cada caso, el cual determina el hardware que interactuará con la RBS 3G, sin perder de vista los alcances, que se tengan como proyecto, vistos en el estudio de Radio Frecuencia (RNP).

Los distintos elementos que conformarán la estructura de una RBS 3G, deben de ser escalables, esto nos lleva a la elección de hardwares con grandes capacidades (CE, Portadoras) para gestión del tráfico y futuras ampliaciones. Antes de realizar la integración local de la RBS 3G, es necesario que todos los elementos que lo conformen, estén debidamente instalados e interconectados con las distintas interfaces de comunicación físicas y lógicas (IP), así también, es importante mencionar, que la configuración de una RBS está directamente relacionado con su estructura (DU, RRU, RETU, CPRI, LAN), de esto dependerá la parametrización los distintos scripts que serán cargados a su unidad digital, durante su integración.

Al finalizar la configuración de la RBS, es probable que ciertos parámetros no estén debidamente definidos, motivo por el cual, es de mucha importancia realizar una inspección general de los distintos equipos instalados, y tener la capacidad de dar soporte a cualquier anomalía existente, que podría repercutir en el buen funcionamiento del sitio; como último proceso, luego de la configuración local de la RBS 3G, es la integración lógica del sitio, el cual será realizado por operadores de la OSS-RC, quienes se encargarán de que el sitio quede listo para ser gestionado y reconocido por todos los elementos en la red.

Finalmente, toda la información que contiene esta monografía es enriquecedor para la comunidad estudiantil en general, principalmente para todos aquellos estudiantes y docentes que simpatizan con el campo de estudio de las redes de telefonía móvil y esperamos sea de gran utilidad, como material de estudio para futuras investigaciones.

Recomendaciones.

Con mucho entusiasmo, instamos a los demás estudiantes, la realización de nuevos estudios monográficos abordando todos los temas de interés referentes a la telefonía celular, que seguramente se darán cuenta de estos, una vez terminada la lectura de este documento. Mencionamos algunos temas que pueden ser desarrollados en futuras monografías:

- Estudio del CORE en la Telefonía Celular
- Señalización SIGTRAN vs DIAMETER.
- Dimensionamiento de Portadoras de Radio Acceso a nivel de RNC e IUB.
- Integración de una RBS ofreciendo cobertura LTE.

El estudio de CORE o núcleo de la Red Celular es importante y de hecho las funciones de cada nodo que lo conforman son casi desconocidas por nosotros como estudiantes. Prácticamente el CORE se encarga del enrutamiento, hacia cada plataforma de servicios, esto por medio de mensajes de señalización sea cual sea la generación de tecnología o red externa.

Señalización SIGTRAN vs DIAMETER, otro tema muy importante, porque al igual que el CORE, la señalización entre elementos de red, permite que haya correlación de eventos por medio de mensajes, gracias a esto se da el control de tráfico y tránsito entre elementos de red en 3G y 4G. Por eso es importante el estudio de ambos y establecer la diferencia que hay entre estos.

Dimensionamiento de Portadoras de Radio Acceso a nivel de RNC e IUB, este consiste en definir la cantidad de recursos, sea por servicios o estadísticas y conforme a estos datos, saber aproximadamente que capacidad de SW, HW y licencias serán incluidas en el Controlador de Radio Acceso.

Integración de una RBS ofreciendo cobertura LTE. Este tema es muy importante, porque es la tecnología que actualmente se despliega en toda Nicaragua; los procedimientos son similares, pero se diferencian en ciertos parámetros (Tipos de modulación, ancho de banda) que son características propias de la tecnología de 4 G.

Bibliografía.

- [1] Ericsson, System Description WCDMA RAN, Suecia: Ericsson, 2011.
- [2] F. P. David, «Simulación de tramas de WCDMA:Uplab Bibliotecas,» 18 Mayo 2004. [En línea]. Available:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/fajardo_p_d.
[Último acceso: 2 Octubre 2015].
- [3] V. Fernández, «RiuNet,» 2010. [En línea]. Available:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8972/memoria.pdf>. [Último acceso: 23 Octubre 2015].
- [4] TEOCO Corporation, «ASSET (Radio Planning),» 2014. [En línea]. Available: <http://www.teoco.com/products/planning-optimization/asset-radio-planning/>.
- [5] L. Pedrini, «¿Qué es Tilt Eléctrico y Mecánico de la Antena (y cómo lo usa)?,» 13 Octubre 2011. [En línea]. Available:
<http://www.telecomhall.com/es/que-es-tilt-electrico-y-mecanico-de-la-antena-y-como-lo-usa.aspx>.
- [6] Ericsson, RBS Description RBS 6101, Suecia: Ericsson, 2010.
- [7] J. T. Roldán, «Sistemas CDMA: cdmaOne, cdma2000:UPLAB Bliibliotecas,» 1 Febrero 2006. [En línea]. Available:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/tecuanhuehue_r_j/capitulo1.pdf.

- [8] Wikipedia, «Wideband Code Division Multiple Access:Fundación Wikimedia, Inc.,» 23 Febrero 2016. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Wideband_Code_Division_Multiple_Access.

- [9] WIKIPEDIA, «Modulación (telecomunicación):Fundación Wikimedia, Inc.,» 30 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/iModulación_\(telecomunicacion\)#Tipos_de_modulacion](https://es.wikipedia.org/wiki/iModulación_(telecomunicacion)#Tipos_de_modulacion).

- [10] zine22, «SlideShare,» 13 Diciembre 2013. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/zine22/1-introduction-to-rbs-6000-family>.

- [11] P. Emily, L. Emmanuel, S. Jose, M. Stephanie, T. Yolman y T. Zamir, «WIKI MOVIL,» 1 Agosto 2011. [En línea]. Available: <http://movilesuft.wikispaces.com/>. [Último acceso: 3 Noviembre 2015].

- [12] A. Guadalupe C, «e-Reading,» Mayo 2010. [En línea].

- [13] S. R. M. Marlon, «Comunicación Móvil,» Managua, 2010.

- [14] Ericsson, WCDMA RAN P6 Protocols and Procedures, Suecia: Ericsson, 2009.

- [15] Ericsson, WCDMA RAN P6 Acces Transport Network Desing, Suecia: Ericsson, 2008.

- [16] J. M. Diaz, Academia de Networking de Cisco Systems : fundamentos de redes inalámbricas, Madrid: Pearson Educación, S.A., 2006.

- [17] Ericsson, WCDMA MSC Configuration, Suecia: Ericsson, 2005.
- [18] R. J. (. Bates, Broadband Telecommunications Handbook, 2 ed., United States of America: McGraw–Hill Companies, 2002.
- [19] F. B. Á. F. C. P. Ramón Agusti Comes, LTE: NUEVAS TENDENCIAS EN COMUNICACIONES MÓVILES, España: Fundación Vodafone España, 2010.
- [20] R. A. Comes, F. B. Álvarez y F. Palacio Casadevall , LTE: NUEVAS TENDENCIAS EN COMUNICACIONES MÓVILES, España: Fundación Vodafone España, 2010.
- [21] ZTE CORPORATION, *ZXSDR B8200 (L200) Principle and Hardware Structure Training Manual*, Dameisha , YanTian District, Shenzhen: ZTE UNIVERSITY, 2012.
- [22] N. B. Vílchez y I. A. García Sánchez, «Diseño de una estación base para su integración en una red celular basadas en tecnologías GSM/UMTS,» Managua, 2014.
- [23] L. N. Villarreal Tercero y L. . J. Pérez Agurcia. , «Procedimientos de Optimización en Redes de Acceso 3G WCDMA/HSPA y su efectividad en Casos de Estudio en Nicaragua.,» Managua, 2015.
- [24] HUAWEI TECHNOLOGIES, «UMTS NodeB Configuration Principle,» Huawei, 2016.

Anexos

- **Anexo A:** Sitio MN0235_CETEL.
- **Anexo B:** Imágenes de la RBS 6101 en funcionamiento.
- **Anexo C:** Imágenes de Drive Test Realizado para el nodo B MN025_CETEL.
- **Anexo D:** Formatos de Site Survey.
- **Anexo E:** Modelos y características de unidades digitales.
- **Anexo F:** Conexión física entre la unidad digital, RRUS12B2 y sistema de antenas.
- **Anexo G:** RBS's utilizados en algunas operadoras de Nicaragua.
- **Anexo H:** Ejemplos de Script's para configuración de la DUW.
- **Anexo I:** Interfaces de comunicación con el nodo.
- **Anexo J:** Evolución de la telefonía móvil.
- **Anexo K:** Glosario.
- **Anexo L:** Planos.

Anexo A: Sitio MN0235_CETEL.

Datos de Cada Portadora.

Para estos datos, tomamos como referencia solamente una portadora, debido a que las tres portadoras utilizan el mismo sistema radiante.

RNC	NISER1R		
SITE	MN0235		
UTRAN_CELLS	MN0235M	MN0235N	MN0235O
SITE_NAME	CETEL	CETEL	CETEL
RNC_ID	505	505	505
LATITUDE	12.104081	12.104081	12.104081
LONGITUDE	-86.266136	-86.26614	-86.266136
IP_ADDRESS	10.224.7.20	10.224.7.20	10.224.7.20
ING_Status	COMMERCIAL	COMMERCIAL	COMMERCIAL
ANTENNA_GAIN__dBi__	17.1	17.1	17.1
BEAMWIDTH	65	65	65
ANTENNA_TYPE	HBX-6516DS-VTM	HBX-6516DS-VTM	HBX-6516DS-VTM
VENDOR	ANDREW	ANDREW	ANDREW
AZIMUTH	50	220	315
ELECTRICAL_TILT	6	2	5
MECHANICAL_TILT	2	0	2
TILT_TOTAL	8	2	7
HEIGHT	15	15	15
FEEDER	FO	FO	FO
FEEDER_LENGTH	20	20	20
RBS_TYPE	RBS6101W	RBS6101W	RBS6101W
MAX_NUM_HSDPA_USE RS_RBS_LOCAL_C	96	96	96
MAX_DL_POWER_CAPAB ILITY_RBS_LOC	455	455	455
MAXIMUM_TRANSMISSIO N_POWER_UTRA	434	434	434
PRIMARY_SCRAMBLING_ CODE	371	379	387

PRIMARY_CPICH_POWER	325	325	325
UARFCN_DL	462	462	462
UARFCN_UL	62	62	62
LAC	1550	1550	1550
RAC	153	153	153
C_ID_____UTRANCELL	4017	4018	4019
LOCAL_CELL_ID_____RBSLOCALCELL	4017	4018	4019
CGI	710-21-1550	710-21-1550	710-21-1550
SAC	4017	4018	4019
MAX_NUM_EUL_USERS_RBS_LOCAL_CEL	32	32	32
RBS_ID_IUB	401	401	401
CELL_TYPE	MACRO	MACRO	MACRO
COVERAGE	OUTDOOR	OUTDOOR	OUTDOOR
FINGERPRINTS	MN0235_3CX	MN0235_3CX	MN0235_3CX
CELL_TYPE2	MACRO	MACRO	MACRO
MUNICIPIO	MANAGUA	MANAGUA	MANAGUA
DEPARTAMENTO	MANAGUA	MANAGUA	MANAGUA
ING_Area	VIP	VIP	VIP
ING_Estructura	POSTE CONCRETO	POSTE CONCRETO	POSTE CONCRETO
ING_Core_Borde	CORE	CORE	CORE
ING_Label	COML	COML	COML
ING_Cell_Coverage	ME	ME	ME
URALIST_____UtranCell	5504	5504	5504

Anexo B: Imágenes de la RBS 6101 en funcionamiento.



Panel Eléctrico



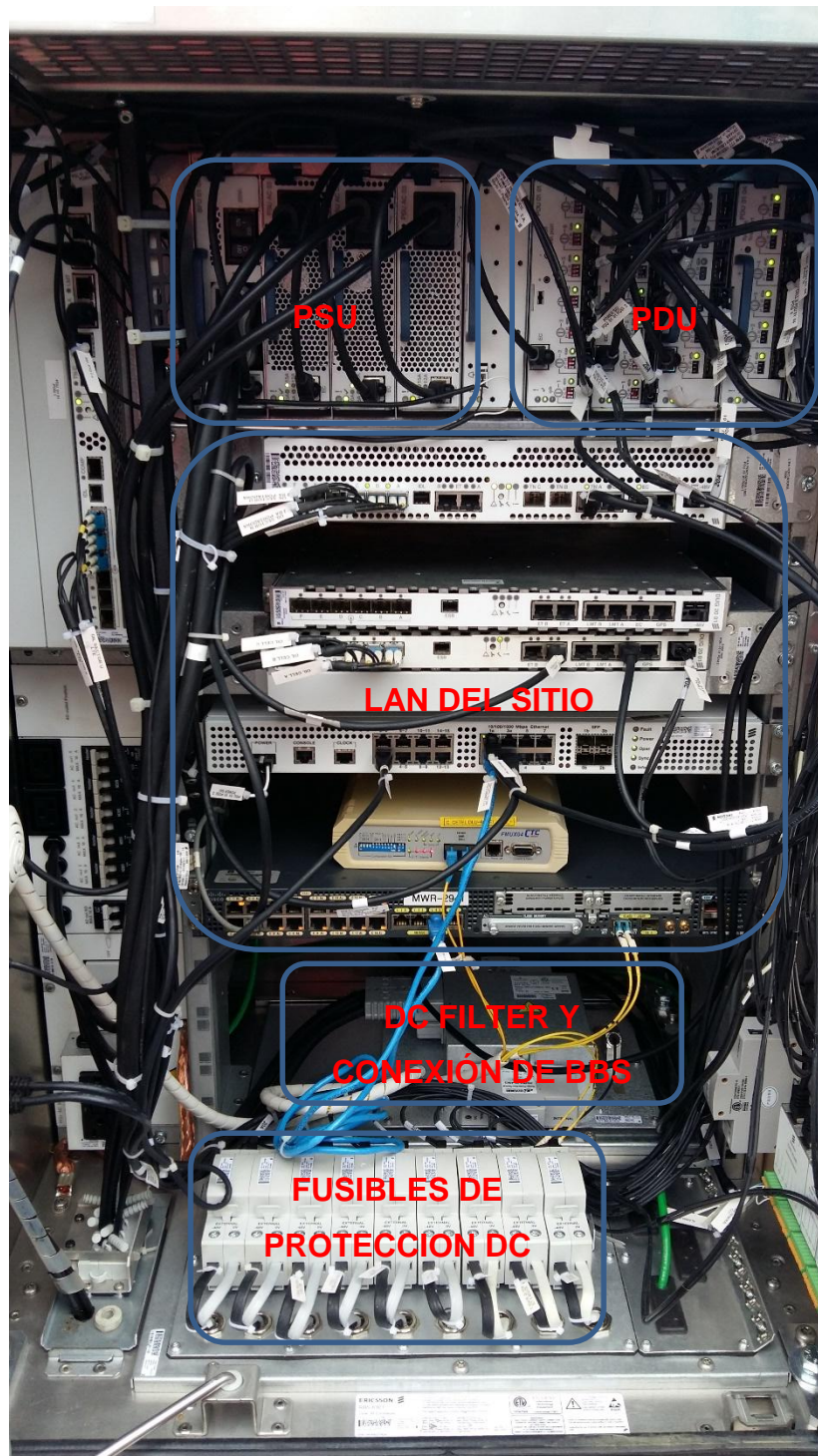
Sistema radiante de MN0235 CETEL



Cableado Ingresando a la RBS y BBS 6101



Nodo B del sitio MN0235



NODO B MN0235 DESDE EL OSS

OSS_GT - Citrix ICA Client

OSS Common Explorer - valid configuration

Network Edit View Tools Help

Topology

WCDMA

- MN0229
- MN0233
- MN0234
- MN0235**
- MN0236
- MN0239
- MN0241
- MN0243
- MN0244

Selection List Filter

Content BSIM MO Browser RBS Re-parenting Manager Bulk CM Progress PCA

9 Items

Cell	cld	localCellId	Sector	Health State	rbsId	lac	RBS
MN0235H	4012	4012	2	Operational	401	1550	MN0235
MN0235I	4013	4013	3	Operational	401	1550	MN0235
MN0235O	4019	4019	3	Operational	401	1550	MN0235
MN0235G	4011	4011	1	Operational	401	1550	MN0235
MN0235M	4017	4017	1	Operational	401	1550	MN0235
MN0235J	4014	4014	1	Operational	401	1550	MN0235
MN0235N	4018	4018	2	Operational	401	1550	MN0235
MN0235K	4015	4015	2	Operational	401	1550	MN0235
MN0235L	4016	4016	3	Operational	401	1550	MN0235

STN UTRAN Cell

Properties

Properties are not available.

10.224.7.20 - MN0235 - RBS Element Manager

File View MO Alarm Tools Help

Equipment View Descriptions

MO Tree

- ManagedElement=1
 - Cabinet
 - Cabinet=1
 - EquipmentSupportFunction=1
 - ExternalNode=2
 - Equipment=1
 - Cables
 - RetProfiles
 - Sector Antennas
 - External Alarm
 - Support/Fan Control
 - Power Control
 - Battery
 - RbsSubrack=1
 - Subrack=1
 - Equipment=1
 - PDH
 - SDH
 - MSP1+1 Protection
 - SwitchFabric=1
 - Internal Transport

Table MO Properties Description Views Cable Overview Cabinet Overview

Attributes(14) Actions(2)

healthCheckSchedule: (0)

logicalName: CETEL

mimInfo: (3)

mimName: RBS_NODE_MODEL_U

productName: RBS6101W

productNumber: DUW_NO_BACKPLANE

productRevision: -

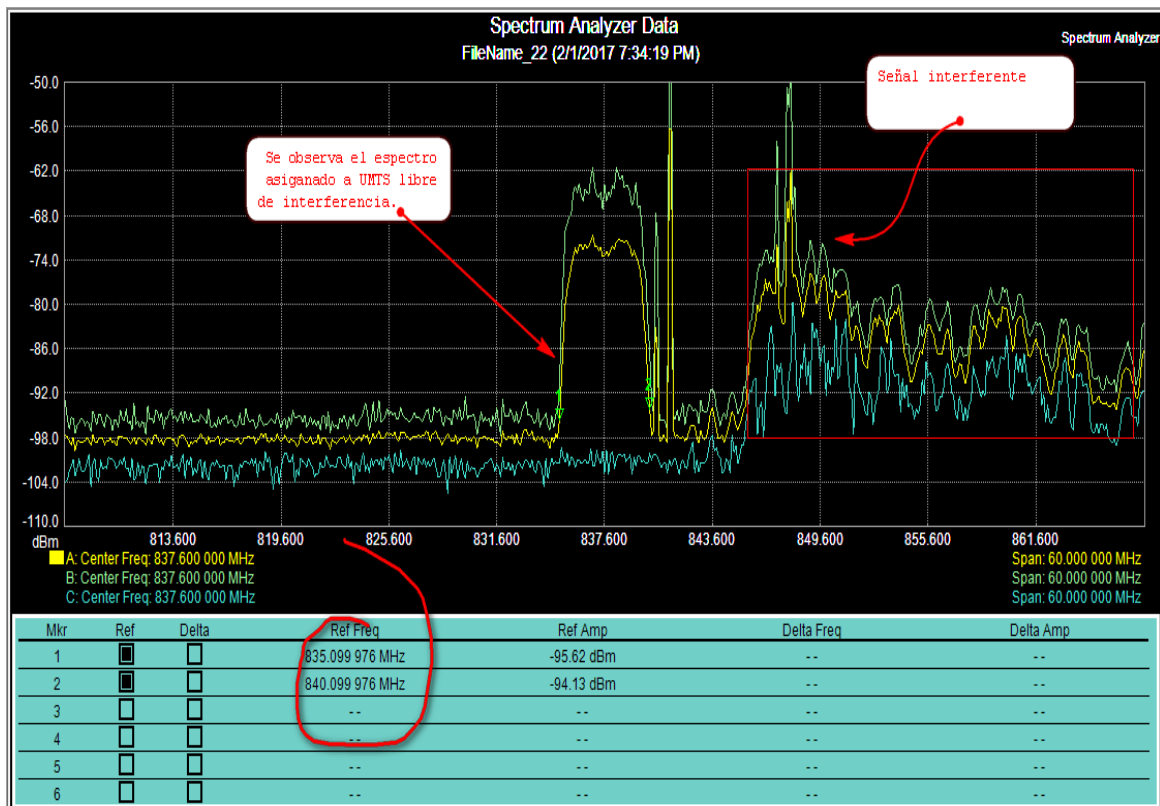
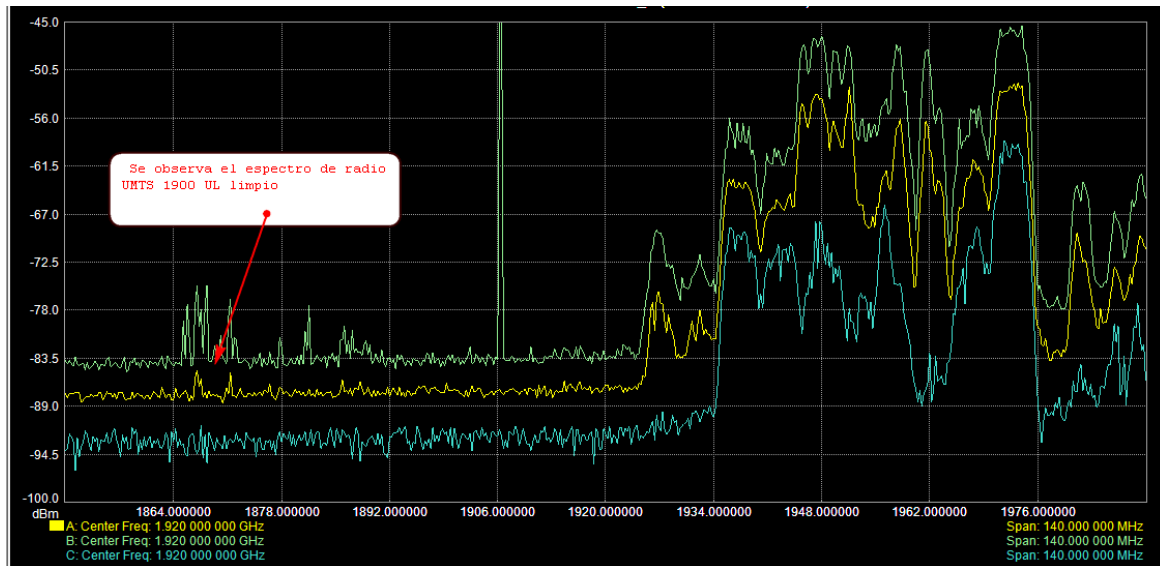
productType: Node

site: MN0235

userLabel: MN0235

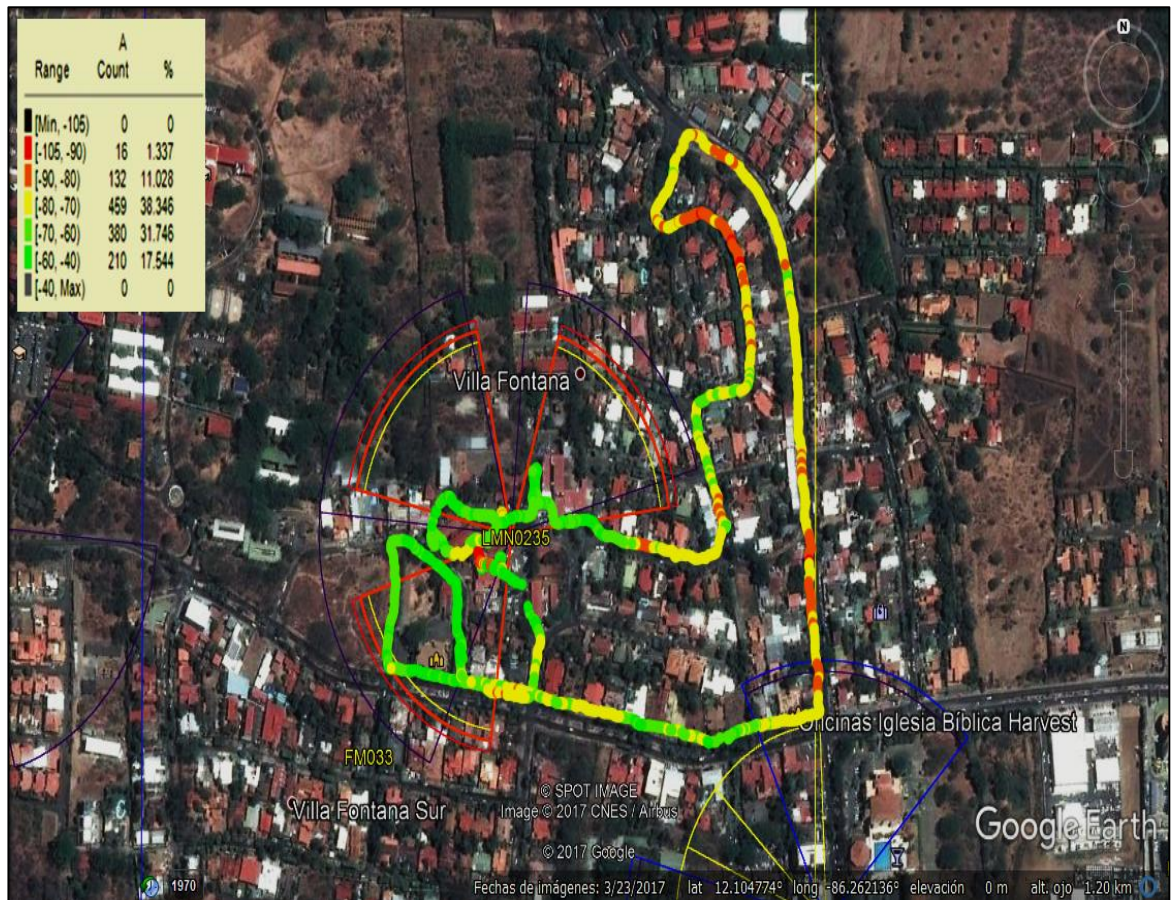
Refresh Tree Stop Apply Refresh MO Help Help

Análisis de Espectro Radio Eléctrico realizado por un Equipo “SPECTRUN MASTER”

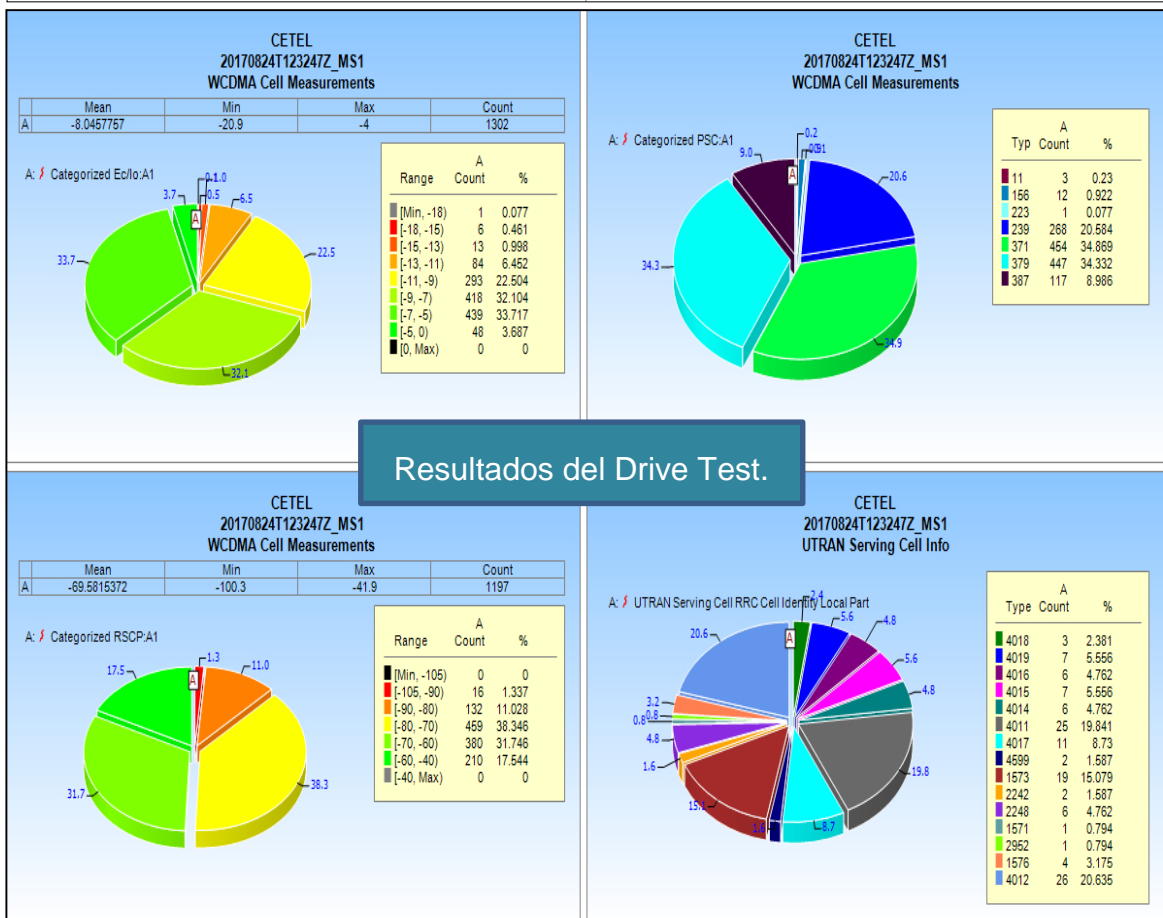
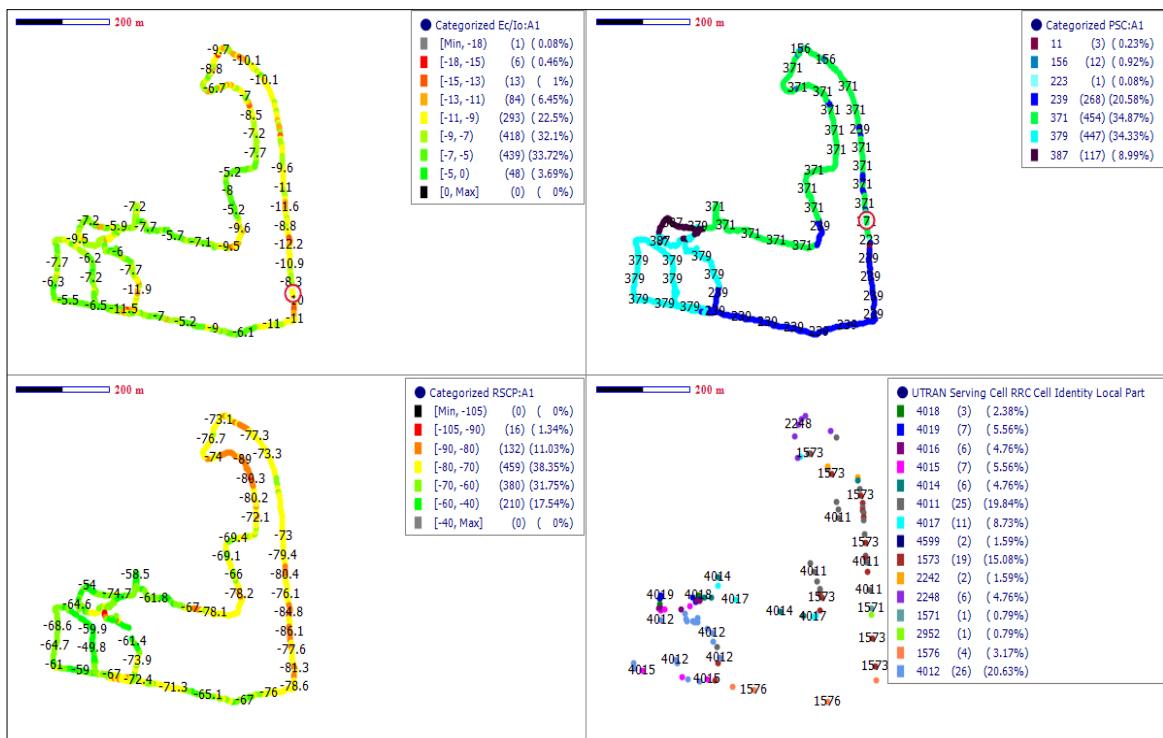


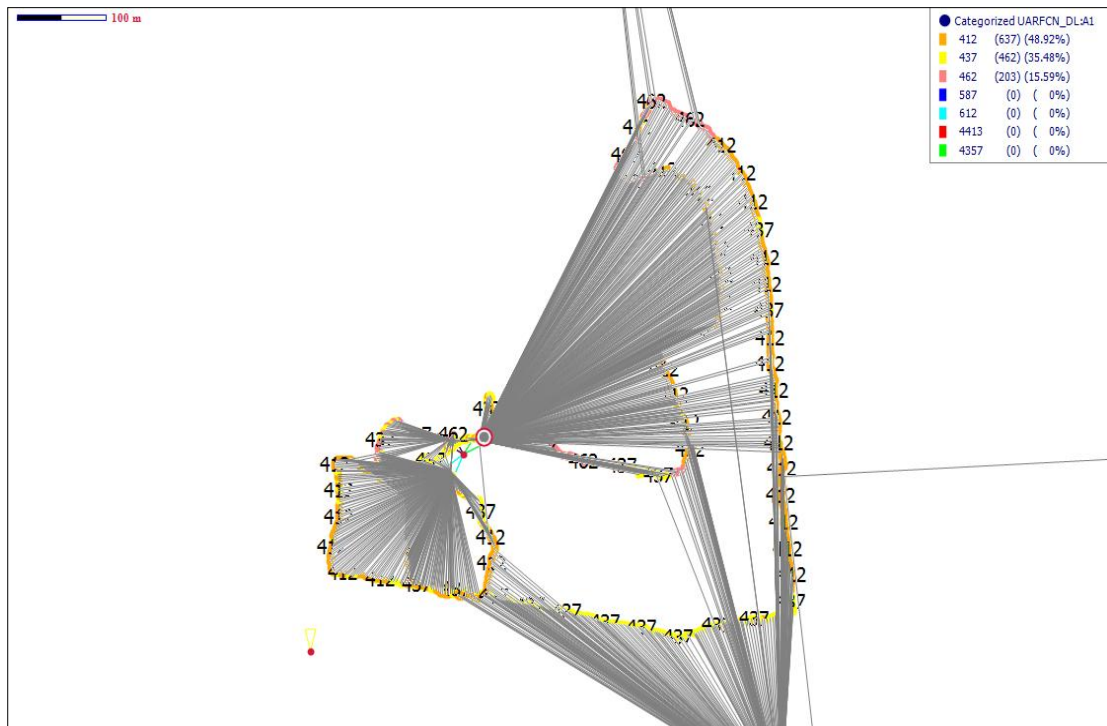
Anexo C: Imágenes de Drive Test Realizado para el nodo B MN025_CETEL.

En las siguientes figuras se muestra un pequeño Drive Test que se realizó con una herramienta llamada “TEMS”, desde un Smartphone y también mostramos un Plot de cobertura con la herramienta Asset, realizado en ese momento.

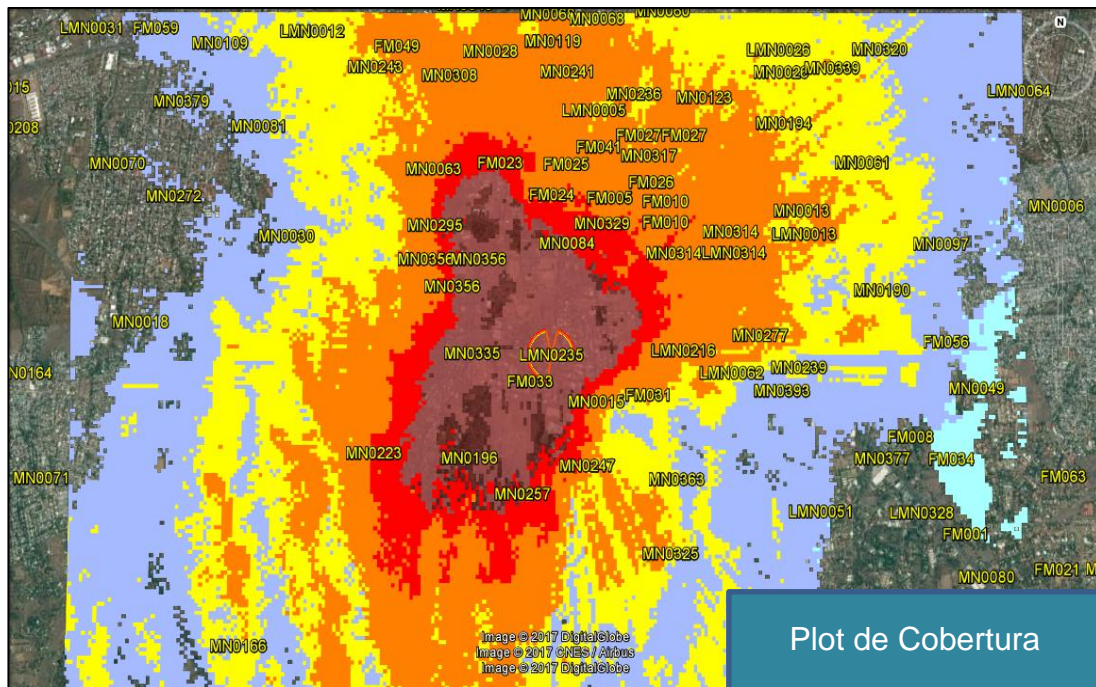


Recorrido realizado por la herramienta TEMS.





Drive Test con UARFCN por portadoras.



Anexo D: Formatos de Site Survey.

Como mencionamos en la sección anterior acerca del Site Survey. Este es por lo general un formato propuesto por el coordinador del área de supervisión de proyectos. Terminada la instalación, es generado un reporte con los resultados, el mismo deberá contener desde el estado físico y funcional de los equipos hasta fotografías de estos. A continuación se muestran ejemplos de formatos utilizados para el Site Survey y Reportes finales.

SITE SURVEY 2G, 3G y LTE			
ID del sitio:	MN0235	Fecha:	"Fecha de visita"
Dirección del sitio:	"Dirección del Sitio Celular"		
CONFIGURACIÓN DE BTS			
RBS 6601	RBS 6101	RBS 3518	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3Cx.	LTE	Banda de frecuencia	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
I ENERGIA			
1.0 Disponibilidad de energia comercial, medidor y transformador-----			<input type="checkbox"/>
1.0.1 Medicion de AC: <input type="text"/>			<input type="checkbox"/>
1.1 Existe Tablero de A.C y termica para alimentar la BTS			<input type="checkbox"/>
1.1.1 Breaker : <input type="text"/> 1.1.2 Pocisiones en el panel: <input type="text"/>			<input type="checkbox"/>
1.2 Existe cableado del tablero de A.C a la loza de concreto con tuberia para intemperie-----			<input type="checkbox"/>
1.3 Motor generador en sitio-----			<input type="checkbox"/>
1.4 Aire Acondicionado instalado en sitio-----			<input type="checkbox"/>
1.3 Rectificador instalado en sitio-----			<input type="checkbox"/>
Observaciones:			
II TRANSMISION			
		Cumple	Faltante
2.0 Caseta de transmision existente en sitio		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.1 Disponibilidad de tuberia para enlace a la plancha de concreto		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3 Tipo de transmision que se va a Instalar			
Minilink	<input type="checkbox"/>	Fibra	<input type="checkbox"/>
		Satelital	<input type="checkbox"/>
2.4 Indicar Impedancia de transmision			
75 Ohm	<input type="checkbox"/>	120 Ohm	<input type="checkbox"/>
2.5 Longitud de cable de transmision requerido desde la caseta a la BTS		<input type="text"/>	
2.6 Habilitar cableado para transmision de :			
1/E1	<input type="checkbox"/>	2/ E1	<input type="checkbox"/>
		Otros	<input type="checkbox"/>
2.7 Equipos de transmision Instalados:			
BG-20B	<input type="checkbox"/>	Hit 70	<input type="checkbox"/>
		MWR-2941_DC	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="text"/>		
Observaciones:			

III TORRE, SISTEMA DE TIERRA Y ESCALERILLAS			
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 150px;">Tipo de torre:</div>			
Autosoportada	<input type="checkbox"/>	Poste	<input type="checkbox"/>
Monopolo	<input type="checkbox"/>	Arriostrada	<input type="checkbox"/>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 150px;">Azimuth de antenas:</div>			
Sector: _____		Sector: _____	
TE: _____ TM: _____		TE: _____ TM: _____	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 150px;">Altura de soportes</div>			
Sector: _____		Sector: _____	
3.0 Anillo de tierra terminado Cumple <input type="checkbox"/> Faltante <input type="checkbox"/>			
3.1 Existen Platinas de cobre para aterrizar feeders y conectadas al anillo Cumple <input type="checkbox"/> Faltante <input type="checkbox"/>			
3.2 Existe Escalerilla vertical en la Torre Cumple <input type="checkbox"/> Faltante <input type="checkbox"/>			
3.3 Existe Escalerilla horizontal para bajada de feeders Cumple <input type="checkbox"/> Faltante <input type="checkbox"/>			
3.4 Orientacion de Trianes corresponde a Ingenieria de sitio (azimuth de antenas) Cumple <input type="checkbox"/> Faltante <input type="checkbox"/>			
3.5 No hay obstrucciones que generen sombra en antenas Cumple <input type="checkbox"/> Faltante <input type="checkbox"/>			
Observaciones:			
IV OBRA CIVIL			
4.0 Existe plancha de concreto para colocacion de BTS Cumple <input type="checkbox"/> Faltante <input type="checkbox"/>			
4.1 Existen colas de tierra para aterrizamiento de Gabinete con al menos 3 mts de longitud Cumple <input type="checkbox"/> Faltante <input type="checkbox"/>			
4.1.1 Hay terminal de ojo sin presionar en el extremo de la cola de tierra Cumple <input type="checkbox"/> Faltante <input type="checkbox"/>			
4.2 Sitio completamente construido, barda y porton Cumple <input type="checkbox"/> Faltante <input type="checkbox"/>			
Observaciones:			

Preparado por: "Nombre del Ing. De Supervisor de Proyectos" Documento No. 1

Revisado por: "Nombre del Ing. Coordinador de Rev. A 1.1"

FECHA DE VISITA: "Fecha en la que se realiza la visita"

Proyecto: Modernizacion de Sitios

ID Sitio:

Nombre de sitio:

CONDICIONES ESPACIALES:



LOZA PARA INSTALACION DE RBS 6101



RBS 3G



TARJETAS RAX - TX



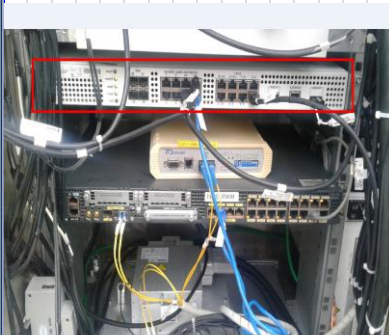
EQUIPO DE TX - FOTO DE RACK DONDE SE UBICA EL EQUIPO TX.



PUERTO ACTUAL DE RBS 3G (3106 0 3518)



PUERTOS LIBRES EN EL EQUIPO TX



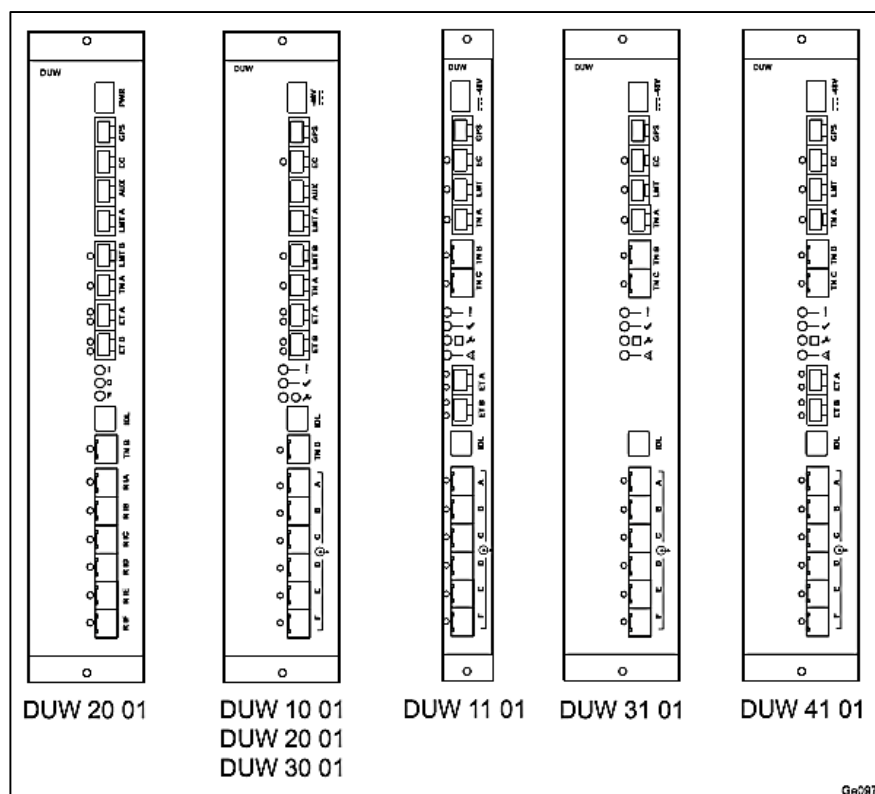
CANALIZACION DE TX EN ADECUACION DE RBS



CANALIZACION DE TX HACIA EQUIPO DE TRANSMISION

Anexo E: Modelos y características de unidades digitales.

Unidades digitales para RBS 3G.



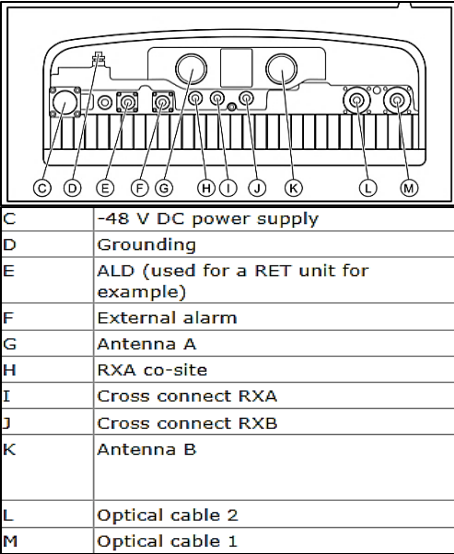
Especificaciones de las unidades digitales.

Digital Unit	Capacity Data	Supported Radio Interface Connections
	Maximum DCH ⁽¹⁾ Capacity (Measured in Channel Elements)	CPRI
DUW 10 01	128 DL 128 UL, 192 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps
DUW 11 01	128 DL 128 UL, 192 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps, 5 Gbps ⁽³⁾ , 10 Gbps ⁽³⁾
DUW 20 01	384 DL 384 UL, 576 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps
DUW 30 01	768 DL 512 UL, 768 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps
DUW 31 01	768 DL 512 UL, 768 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps, 5 Gbps ⁽³⁾ , 10 Gbps ⁽³⁾
DUW 41 01	768 DL 768 UL, 1152 EUL ⁽²⁾	1.25 Gbps, 2.5 Gbps, 5 Gbps ⁽³⁾ , 10 Gbps ⁽³⁾

Anexo F: Conexión física entre la unidad digital, RRUS12B2 y sistema de antenas.

Características y especificaciones de Hardware.

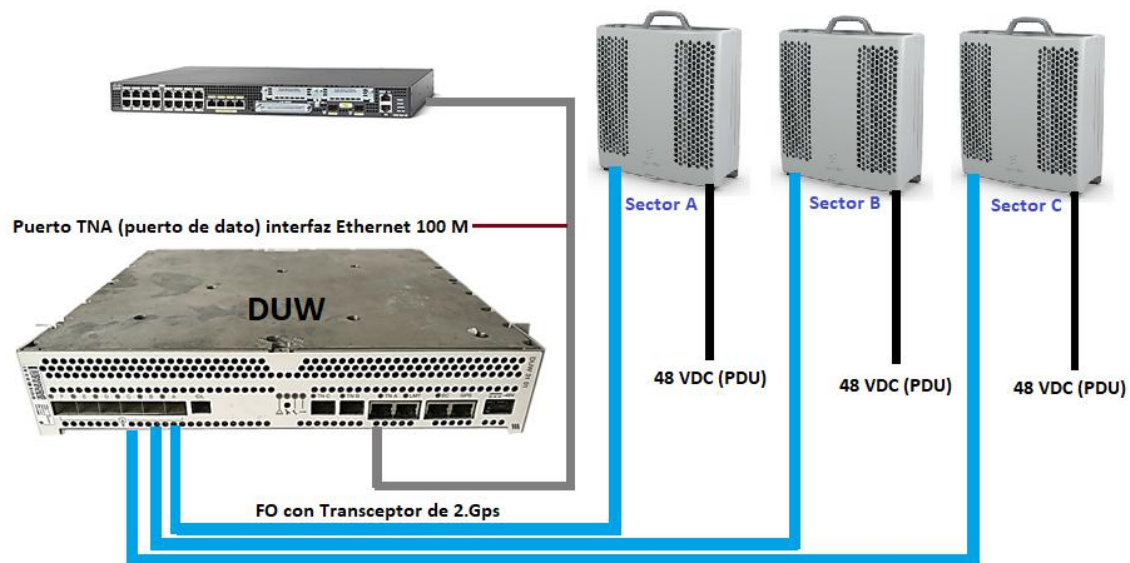
RRUS12 B2



C	-48 V DC power supply
D	Grounding
E	ALD (used for a RET unit for example)
F	External alarm
G	Antenna A
H	RXA co-site
I	Cross connect RXA
J	Cross connect RXB
K	Antenna B
L	Optical cable 2
M	Optical cable 1

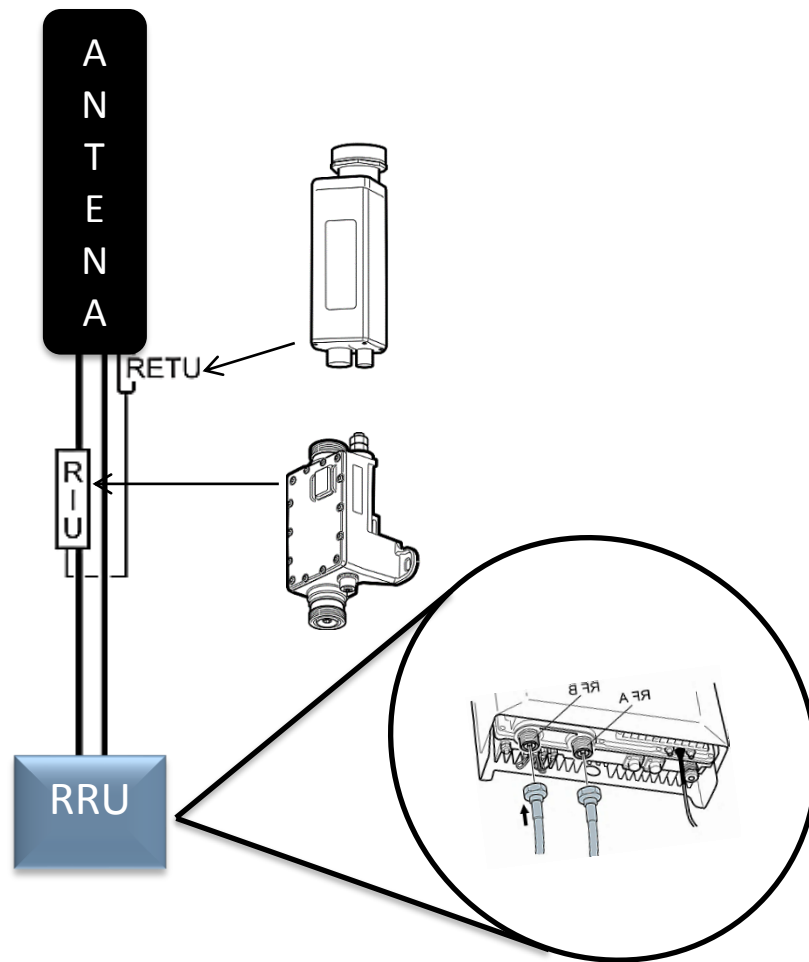
Conexión DU con RRUS12 B2

La unidad digital se comunicara con la unidad remota de radio, mediante interfaz de FO, estos con transceptores compatibles en 2.5 Gbps de CPRI. Para el transporte del tráfico, el puerto TNA de la unidad digital debe de ser conectada a un switch de alta capacidad o a un equipo integrador de sitios (SIU), estos mediante interfaz Ethernet. La velocidad de comunicación entre la DUW y el Switch será de 100 Mbits/s. La alimentación de -48 VDC, es suministrado por la PDU.



Conexión RRUS12 B2 con el sistema de antenas

La unidad remota de radio, enviará mediante líneas de jumper, señales analógicas hacia la antena. Mostramos los elementos de control de tilt eléctrico, en este caso el RETU y RIU; al utilizar este sistema, los gestores de RF podrán realizar modificaciones remotas al sistema de antenas. Dependiendo de la configuración (RBB, DBB), podríamos conectar las dos salidas bidireccionales de la RRUS a los dipolos de la antena (2Tx, 2Rx).



Anexo G: RBS's utilizados en algunas operadoras de Nicaragua



BBU3806



RRU3801C



ZXSDR B8200



RRU-R8860

Anexo H: Ejemplos de Script's para configuración de la DUW.

Script Cabinet Equipment.

<!ENTITY % boolean "">

<!ENTITY % Integer "CDATA">

<!ENTITY % String "CDATA">

<!ENTITY % IPAddress "CDATA">

<!ELEMENT Cabinet (Format , ConfigureCabinetEquipment ,
ExternalAlarmConfiguration? , ExternalControlConfiguration? ,
ClimateSystem? , CabinetProductData? , EcPort*)>

<!ELEMENT Format EMPTY>

<!ATTLIST Format revision (J | K | K1 | K2 | M | N |
S | S1 | S2 | S4 | S5 | S6 | S7 | T | U | V | X | Z |
AB | AC | AD | AE | AF | AG | AH | AH1 | AF1 | AF2 | AJ |
AJ1 | AJ2 | AJ3 | AJ4 | AK | AK1 | AK2 | AK3 | AK4) #REQUIRED >

<!ELEMENT ConfigureCabinetEquipment (Sector* , CableSettings? ,
PowerSupply? , BaseBandPoolSettings*)>

<!ATTLIST ConfigureCabinetEquipment
rbsType (RBS3101 |

RBS3104 |
RBS3202 |
RBS3106 |
RBS3967 |
RBS3107 |
RBS3206 |
RBS3206M |
RBS3922 |
RBS3207 |
RBS3303 |
RBS3308 |
RBS3984 |
RBS3402 |
RBS3412 |
RBS3418 |
RBS3986 |
RBS3512 |
RBS3018 |
RBS3518 |
RBS3976 |
RBS3609 |

```

RBS3116 |
RBS3954 |
RBS3216 |
RBS3964 |
RBS6102W |
RBS6131W |
RBS6201W |
RBS6201V2W|
RBS6601W |
RBS6101W |
RBS6202W |
RBS6301W |
RBS6302W ) #REQUIRED
numberOfSectors (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6) #IMPLIED
slotsForETM1 %String; '0'
slotsForETMC1 %String; '0'
slotsForETM3 %String; '0'
slotsForETM4 %String; '0'
slotsForETMC41s %String; '0'
slotsForETMFX %String; '0'
slotsForETMFX11 %String; '0'
slotsForETMFX14 %String; '0'
redundantTiming (YES | NO ) #IMPLIED
redundantSwitching (YES | NO ) #IMPLIED
redundantMP (YES | NO ) #IMPLIED
npcTestConfig (YES | NO ) #IMPLIED
ipAddress %IPAddress; '169.254.1.1'
subnetMask %IPAddress; '255.255.0.0'
defaultRouter %IPAddress; #IMPLIED
redundantControlSystem (YES | NO ) 'NO'
auHubType (1|2) #IMPLIED
supportSystemControl (TRUE | FALSE) 'TRUE'
gpsOutEnabled (TRUE | FALSE ) 'FALSE'
absoluteTimeSynchEnabled(YES | NO) 'NO'
carrierAllocationMode (Basic | Advanced) 'Basic'>

```

<!ELEMENT Sector EMPTY>

<!ATTLIST Sector

```

sectorNumber (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
8 | 9 | 10 | 11 | 12) #REQUIRED
createSector %String; #FIXED 'YES'
radioBuildingBlock (RB1 |RB1B |
RB2 |
RB3 |RB3B |
RB4 |RB4B |
RB5 |
RB6 |RB6B |
RB7 |RB7B |
RB8 |RB8B |
RBB10_1A | RBB11_1A |

```

```

RBB12_1A | RBB12_2A | RBB22_1A |
RBB22_2B | RBB22_4B |
RBB24_1A | RBB32_1A) #IMPLIED
cpriLineRate      (Ex2 | Ex4 | Ox2 | Ox4) #IMPLIED
numberOfCarriers  (1 | 2 ) #IMPLIED
outputPower       (EXTERNAL | LOW | NORMAL |
HIGH | BRANCHED) #IMPLIED
numberOfRu        (1 | 2 ) #IMPLIED >

```

<!ELEMENT CableSettings (CableSet+)>

<!ELEMENT CableSet EMPTY>

```

<!ATTLIST CableSet
    sectorNumber      (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6) #REQUIRED
    rfCablesSet       (FU_In_CDU_Shelf |
FU_In_Battery_Shelf ) #REQUIRED
    digitalCablesSet  (Internal | External ) #REQUIRED >

```

<!ELEMENT PowerSupply EMPTY>

```

<!ATTLIST PowerSupply
    typeOfPowerSupply (AC | PLUS_24VDC |
MINUS_48VDC ) #IMPLIED
    noOfPsu           %Integer; #IMPLIED
    noOfPdu           %Integer; #IMPLIED
    batteryBackup      (YES | NO ) #IMPLIED
    batteryCapacity    %Integer; #IMPLIED
    configurePowerSupply (YES | NO ) 'YES'
    configureBatteryBackup (YES | NO ) 'NO'
    noOfBfu           %Integer; #IMPLIED
    batteryType        (TYPE01 | TYPE02 | UNKNOWN) 'TYPE01'
    useInternalPower   (YES | NO ) #IMPLIED >

```

<!ELEMENT BaseBandPoolSettings EMPTY>

```

<!ATTLIST BaseBandPoolSettings
    poolNumber %Integer; #REQUIRED
    radiolfType (RUIF|RIF|OBIF|DUI_E|DUI_O) 'RUIF' >

```

<!ELEMENT ExternalAlarmConfiguration (Alarm+)>

<!ELEMENT Alarm EMPTY>

```

<!ATTLIST Alarm
    externalAlarmUnit (Sau | Scu | Sup) #IMPLIED
    portId           %Integer; #REQUIRED
    alarmSlogan      %String; #REQUIRED
    normallyOpen      (YES | NO ) #REQUIRED
    severity          (Critical | Major | Minor |
Warning ) #REQUIRED

```

```

probableCause %Integer; #REQUIRED >

<!ELEMENT ExternalControlConfiguration (Control+)>

<!ELEMENT Control EMPTY>

<!ATTLIST Control
externalAlarmUnit (Sau) #IMPLIED
portId %Integer; #REQUIRED
equipmentName %String; #REQUIRED
normallyOpen (YES | NO ) #REQUIRED >

<!ELEMENT ClimateSystem EMPTY>
<!ATTLIST ClimateSystem
climateSystem (Standard | Extended) #REQUIRED>

<!ELEMENT CabinetProductData EMPTY>
<!ATTLIST CabinetProductData
productionDate %String; #REQUIRED
productName %String; #REQUIRED
productNumber %String; #REQUIRED
productRevision %String; #REQUIRED
productType %String; #FIXED 'HW'
serialNumber %String; #REQUIRED >

<!ELEMENT EcPort EMPTY>
<!ATTLIST EcPort
unitType (CBU|DUW|EXTNODE) #REQUIRED
unitNumber %Integer; #REQUIRED
portNumber (1 | 2) '1'
hubPosition (A0|B0|B1|A2|A3|A5|A6|A7|
            EC_A|EC_B|EC_C|D|E) #IMPLIED
cascadingOrder (0|1|2|3|4|5|6|7) #IMPLIED >

```


Script O&M Acces

```
<!ENTITY % IPAddress "CDATA">
<!ENTITY % String "CDATA">
<!ENTITY % Integer "CDATA">

<!ELEMENT SiteBasic (Format,ConfigureOAMAccess)>
<!ELEMENT Format EMPTY>
<!ATTLIST Format revision (B|B1|B2|E|F|F1|F2|F3|G|H|J) #REQUIRED >
<!ELEMENT ConfigureOAMAccess (IPoverEthernet, EthernetSwitch?,
(IPoverATM|IPoverGigabitEthernet), Servers?,
StaticRouting, NetworkSynch*, AtmPort*)>
<!ELEMENT IPoverEthernet EMPTY>
<!ATTLIST IPoverEthernet
    ethernetIpAddress %IPAddress; #REQUIRED
    ethernetSubnetMask %IPAddress; #REQUIRED
>
<!ELEMENT IPoverATM (Connection+, GigaBitEthernet?)>
<!ELEMENT Connection EMPTY>
<!ATTLIST Connection
    name (firstOAMatm|secondOAMatm) #REQUIRED
    etbSlot %String; #REQUIRED
    terminationType
        (fractional_E1|fractional_J1|fractional_T1|E1|J1|T1|E3|T3|STM1_ETSI|STM1_T
TC|OC3|
IMA_E1|IMA_J1|IMA_T1|Chan_STM1_E1|Chan_OC3_T1|Chan_STM1_Fractional_E1|C
han_OC3_fractional_T1|
IMA_Channels_STM1_E1|IMA_Channels_OC3_T1) #REQUIRED
    physicalLine %String; #REQUIRED
    timeSlotsInFraction %String; #IMPLIED
    externalVpi %Integer; "1"
    vpPeakCellRate %Integer; "0"
    externalVci %Integer; #IMPLIED
    atmIpAddress %IPAddress; #REQUIRED
    atmSubnetMask %IPAddress; #REQUIRED
    requiredNumberOfLinks %Integer; "1"
    vpServiceCategory (CBR|UBR_PLUS) "CBR"
    vpMinimumCellRate %Integer; "0"
    vcServiceCategory (UBR|UBR_PLUS) "UBR_PLUS"
>

<!ELEMENT EthernetSwitch (VlanMembership*, LinkAggregationGroup*,
EthernetSwitchPort*)>
<!ATTLIST EthernetSwitch
    etxSlot %String; #REQUIRED
    vlan (TRUE|FALSE) #REQUIRED
>

<!ELEMENT EthernetSwitchPort (VlanMembership*)>
<!ATTLIST EthernetSwitchPort
```

```

        administrativeState      (LOCKED|UNLOCKED)      #IMPLIED
        portNo                   (1|2|3|4|5|6|7)         #REQUIRED
        systemPort               (TRUE|FALSE)           "FALSE"
        lagId                    %String;               #IMPLIED
        untaggedIngressVid       %Integer;              #IMPLIED
        untaggedIngressPriority   %Integer;              #IMPLIED
    >

<!ELEMENT LinkAggregationGroup EMPTY>
<!ATTLIST LinkAggregationGroup
        action      (ADD_MODIFY|DELETE) "ADD_MODIFY"
        lagId       %String;            #REQUIRED
    >

<!ELEMENT vlanMembership EMPTY>
<!ATTLIST vlanMembership
        action      (ADD_MODIFY|DELETE) "ADD_MODIFY"
        vid         %Integer;           #REQUIRED
        egressUntag (TRUE|FALSE)        "FALSE"
    >

<!ELEMENT IPoverGigabitEthernet (IpSyncRef*, PacketFrequencySyncRef*,
OamIpHost?, GigaBitEthernet?)>
<!ATTLIST IPoverGigabitEthernet
        etIPSynchSlot %String;          #REQUIRED
        syncIpAddress %IPAddress;        #REQUIRED
        syncSubnetMask %IPAddress;       #REQUIRED
        defaultRouter0 %IPAddress;       #REQUIRED
        syncVid       %Integer;          #IMPLIED
    >

<!ELEMENT OamIpHost EMPTY>
<!ATTLIST OamIpHost
        oamIpAddress %IPAddress;        #REQUIRED
        oamSubnetMask %IPAddress;        #IMPLIED
        oamDefaultRouter0 %IPAddress;    #IMPLIED
        oamVid        %Integer;          #IMPLIED
    >

<!ELEMENT IpSyncRef EMPTY>
<!ATTLIST IpSyncRef
        ntpServerIpAddress %String;      #REQUIRED
    >

<!ELEMENT PacketFrequencySyncRef EMPTY>
<!ATTLIST PacketFrequencySyncRef
        serverAddress %String; #REQUIRED
        ptpDomain     %Integer;  #REQUIRED
    >

<!ELEMENT GigaBitEthernet EMPTY>

```

```

<!ATTLIST GigaBitEthernet
    gigaBitEthernetPort (TNA|TNB) "TNA"
    autoNegotiate (TRUE | FALSE) "TRUE"
    masterMode (TRUE | FALSE) "TRUE"
    configuredSpeedDuplex (ETH_100_MB_FULL |
ETH_1000_MB_FULL) "ETH_1000_MB_FULL"
>

<!ELEMENT Servers EMPTY>
<!ATTLIST Servers
    isDefaultDomainName (YES|NO) "NO"
    defaultDomainName %String; #IMPLIED
    dnsServerIpAddress %IPAddress; #IMPLIED
    dhcpServerPrimaryIpAddress %IPAddress; #IMPLIED
    dhcpServerSecondaryIpAddress %IPAddress; #IMPLIED
    singleLogonServer %String; #IMPLIED
    documentServerWebAddress %String; #IMPLIED
    primaryNtpServerIpAddress %IPAddress; #IMPLIED
    primaryNtpServiceActive (YES|NO) "NO"
    secondaryNtpServerIpAddress %IPAddress; #IMPLIED
    secondaryNtpServiceActive (YES|NO) "NO"
    localTimeZone %String; #IMPLIED
    daylightSavingTime (YES|NO) "NO"
>

<!ELEMENT StaticRouting (Route+)>
<!ELEMENT Route EMPTY>
<!ATTLIST Route
    routeIpAddress %IPAddress; #REQUIRED
    routeSubnetMask %IPAddress; #REQUIRED
    hopIpAddress %IPAddress; #REQUIRED
    routeMetric %Integer; #REQUIRED
    redistribute (YES|NO) #REQUIRED
>

<!ELEMENT NetworkSynch EMPTY>
<!ATTLIST NetworkSynch
    synchSlot %String; #REQUIRED
    synchPort %Integer; #REQUIRED
    synchPriority %Integer; #REQUIRED
>

<!ELEMENT AtmPort EMPTY>
<!ATTLIST AtmPort
    etbSlot %String; #REQUIRED
    terminationType
        (fractional_E1|fractional_J1|fractional_T1|E1|J1|T1|E3|T3|STM1_ETSI|STM1_T
TC|OC3|
IMA_E1|IMA_J1|IMA_T1|Chan_STM1_E1|Chan_OC3_T1|Chan_STM1_Fractional_E1|C
han_OC3_fractional_T1|
IMA_Chan_STM1_E1|IMA_Chan_OC3_T1) #REQUIRED
    physicalLine %String; #REQUIRED
    timeSlotsInFraction %String; #IMPLIED
    requiredNumberOfLinks %Integer; "1" >

```

Script Site Complete

<!ENTITY % IPAddress "CDATA">

<!ENTITY % String "CDATA">

<!ENTITY % Integer "CDATA">

<!ELEMENT Site (Format , OptionalEquipmentConfiguration? ,
SiteLocationConfiguration? , SectorCapabilitySettings? ,
CableSettings? , SectorEquipmentConfiguration? , HsdpaSettings? ,
EulSettings? , ExternalAlarmConfiguration? ,
ExternalControlConfiguration? , EcPort*)>

<!ELEMENT Format EMPTY>

<!ATTLIST Format revision (L | L1 | L2 | M | M1 | M2 |
M3 | M4 | N | O | P | S | T | U1 | V | X | Z | AA | AB |
AB1 | AC | AD | AD1 | AF | AH2 | AH3 | AJ | AJ1 | AJ2 |
AJ3 | AJ4 | AK | AK1 | AK2 | AK3 | AK4 | AL | AL1 | AL2 |
AL3) #REQUIRED >

<!ELEMENT OptionalEquipmentConfiguration (BatteryChargingConfiguration?)>

<!ATTLIST OptionalEquipmentConfiguration
npcTestConfig (YES | NO) #IMPLIED
isXalmInstalled (YES | NO) #IMPLIED
useExternalPowerSupply (YES | NO) #IMPLIED
noOfPsu %Integer; #IMPLIED
noOfPdu %Integer; #IMPLIED
useExternalBatteryBackup (YES | NO) #IMPLIED
batteryCapacity %Integer; #IMPLIED
configureXalm (YES | NO) 'NO'
configureSau (YES | NO) 'NO'
configurePowerSupply (YES | NO) #IMPLIED
configureBatteryBackup (YES | NO) #IMPLIED
noOfBfu %Integer; #IMPLIED
batteryType (TYPE01 | TYPE02 | UNKNOWN) 'TYPE01'
configurePowerShelfFan (YES | NO) 'NO'
gpsOutEnabled (TRUE | FALSE) 'FALSE'
smokeDetector (TRUE | FALSE) #IMPLIED
absoluteTimeSynchEnabled (YES | NO) 'NO'
sharedBattery (TRUE | FALSE) 'TRUE'
chargingMode (AUTOMATIC | USER_DEFINED) 'AUTOMATIC'
testMode (AUTOMATIC | CONFIGURED | DISABLED) 'DISABLED'
minimumStateOfHealth %Integer; '70'
minimumBackupTime %Integer; '60'
testStartDay %Integer; '25'
testStartTime %String; '01:00'
testStartMonths1 (YES | NO) 'NO'
testStartMonths2 (YES | NO) 'NO'

| | | |
|-------------------------|-------------|-------------|
| testStartMonths3 | (YES NO) | 'YES' |
| testStartMonths4 | (YES NO) | 'NO' |
| testStartMonths5 | (YES NO) | 'NO' |
| testStartMonths6 | (YES NO) | 'NO' |
| testStartMonths7 | (YES NO) | 'NO' |
| testStartMonths8 | (YES NO) | 'NO' |
| testStartMonths9 | (YES NO) | 'YES' |
| testStartMonths10 | (YES NO) | 'NO' |
| testStartMonths11 | (YES NO) | 'NO' |
| testStartMonths12 | (YES NO) | 'NO' |
| batteryInstallationDate | %String; | '00000000'> |

<!ELEMENT BatteryChargingConfiguration EMPTY>

<!ATTLIST BatteryChargingConfiguration

| | | |
|----------------------------------|-----------|--------|
| chargingVoltage | %Integer; | '-545' |
| tempCompVoltageSlope | %Integer; | '-96' |
| nominalTemp | %Integer; | '250' |
| tempCompMaxVoltage | %Integer; | '-569' |
| tempCompMinVoltage | %Integer; | '-528' |
| increasedChargeVoltage | %Integer; | '-564' |
| boostChargeTime | %Integer; | '5' |
| boostChargeTriggerVoltage | %Integer; | '-470' |
| equalizeChargeTime | %Integer; | '4' |
| equalizeChargeCyclicInterval | %Integer; | '30' |
| intermittentChargeConnectVoltage | %Integer; | '-500' |
| intermittentChargeConnectTime | %Integer; | '72' |
| intermittentChargeDisconnectTime | %Integer; | '12'> |

<!ELEMENT SiteLocationConfiguration (SectorData+)>

<!ATTLIST SiteLocationConfiguration

| | | |
|-------------|----------|------------|
| siteName | %String; | #IMPLIED |
| logicalName | %String; | #IMPLIED > |

<!ELEMENT SectorCapabilitySettings (SectorCapability+)>

<!ELEMENT SectorCapability EMPTY>

<!ATTLIST SectorCapability

| | | |
|--------------------|---|--------------|
| createSector | %String; | #FIXED 'YES' |
| radioBuildingBlock | (RB1 RB4 RRB01 RRB02 RRB02B RRB03 RRB04 RRB05 RRB06 RRB06C RRB06D RBB10_1A RBB11_1A RBB12_1A RBB12_2A RBB22_1A RBB22_4B RBB22_1B RBB22_1C RBB22_2A RBB22_2B RBB22_2C RBB22_2E RBB24_1A RBB32_1A RBB42_1B RBB42_4A RBB42_2D) | #IMPLIED |
| cpriLineRate | (Ox2 Ex2 Ox4 Ex4) | #IMPLIED |
| sectorNumber | (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12) | #REQUIRED |
| numberOfCarriers | (1 2) | #IMPLIED |
| numberOfRu | (1 2) | #IMPLIED |

ZZ

```

configurationGroup (ALL1 | AB3 | ABC2 | A6) #IMPLIED
primaryPortId (A | B | C | D | E | F |
    BU1_A | BU1_B | BU1_C |
    BU1_D | BU1_E | BU1_F |
    BU2_A | BU2_B | BU2_C |
    BU2_D | BU2_E | BU2_F ) #IMPLIED
secondaryPortId (BU1_A | BU1_B | BU1_C |
    BU1_D | BU1_E | BU1_F |
    BU2_A | BU2_B | BU2_C |
    BU2_D | BU2_E | BU2_F ) #IMPLIED
sectorSequenceNumber (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6) #IMPLIED
rruInstalled (YES | NO ) #IMPLIED
auUnitType (RRUWRRUS | RRU22 | AIR ) #IMPLIED
radioSharedBySector (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
    11 | 12) #IMPLIED>

```

<!ELEMENT SectorData EMPTY>

<!ATTLIST SectorData

```

    sectorNumber (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
        10 | 11 | 12) #REQUIRED
    latitude %String; #IMPLIED
    latHemisphere (N | NORTH | S | SOUTH ) #IMPLIED
    longitude %String; #IMPLIED
    geoDatum %String; #IMPLIED
    beamDirection %String; #IMPLIED
    height %String; #IMPLIED
    sectorGroup %Integer; #IMPLIED
    mixedModeRadio (TRUE | FALSE ) #IMPLIED >

```

<!ELEMENT CableSettings (CableSet+)>

<!ELEMENT CableSet EMPTY>

<!ATTLIST CableSet

```

    sectorNumber (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6) #REQUIRED
    rfCablesSet (FU_In_CDU_Shelf |
        FU_In_Battery_Shelf ) #REQUIRED
    digitalCablesSet (Internal | External ) #REQUIRED >

```

<!ELEMENT SectorEquipmentConfiguration (TmaConfiguration? ,
 AntennaConfiguration , RetConfiguration? , CascadedAretConfiguration? ,
 InitiateSectorsConfiguration? , LocalCellConfiguration)>

<!ELEMENT TmaConfiguration (TmaSector+)>

<!ELEMENT TmaSector EMPTY>

<!ATTLIST TmaSector

```

    sectorNumber (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
        9 | 10 | 11 | 12) #REQUIRED
    tmaType (NONE | TMA | ASC | RET | ATMA |
        ATMA_AND_TMA | TMF) #REQUIRED

```

| | |
|-------------------------|--|
| tmaType2 | (NONE TMA ASC RET ATMA TMF) |
| #IMPLIED | |
| tmaType3 | (NONE TMF) #IMPLIED |
| configureRet | (YES NO) 'NO' |
| typeOfRet | (NONE RETU ARETU ARETU_CASCADE) 'NONE' |
| typeOfRet2 | (NONE RETU ARETU) 'NONE' |
| typeOfRet3 | (NONE ARETU) 'NONE' |
| riuInstalled | (YES NO) #IMPLIED |
| riuInstalled2 | (YES NO) #IMPLIED |
| internalPower | (YES NO) 'NO' |
| internalPower2 | (YES NO) 'NO' |
| dcVoltage | (DC_17V_OR_DC_30V DC_12V) 'DC_17V_OR_DC_30V' |
| dcVoltage2 | (DC_17V_OR_DC_30V DC_12V) 'DC_17V_OR_DC_30V' |
| ulGain | %Integer; #IMPLIED |
| ulGain2 | %Integer; #IMPLIED |
| dlTrafficDelayA | %Integer; #IMPLIED |
| ulTrafficDelayA | %Integer; #IMPLIED |
| dlTrafficDelayB | %Integer; #IMPLIED |
| ulTrafficDelayB | %Integer; #IMPLIED |
| dlTrafficDelayC | %Integer; #IMPLIED |
| ulTrafficDelayC | %Integer; #IMPLIED |
| dlTrafficDelayD | %Integer; #IMPLIED |
| ulTrafficDelayD | %Integer; #IMPLIED |
| dlAttenuation | %Integer; #IMPLIED |
| dlAttenuation2 | %Integer; #IMPLIED |
| tmaDegradedSupported | (YES NO) 'NO' |
| tmaDegradedSupported2 | (YES NO) 'NO' |
| currentLowSupervision_A | (ON OFF) 'ON' |
| currentLowSupervision_B | (ON OFF) 'ON' |
| currentLowSupervision_C | (ON OFF) 'ON' |
| currentLowSupervision_D | (ON OFF) 'ON' |
| currentLowLimA | %Integer; #IMPLIED |
| currentLowLimB | %Integer; #IMPLIED |
| currentLowLimC | %Integer; #IMPLIED |
| currentLowLimD | %Integer; #IMPLIED |
| currentHighLimA | %Integer; #IMPLIED |
| currentHighLimB | %Integer; #IMPLIED |
| currentHighLimC | %Integer; #IMPLIED |
| currentHighLimD | %Integer; #IMPLIED |
| dlAttenuation_ATMA | %Integer; #IMPLIED |
| dlAttenuation_ATMA2 | %Integer; #IMPLIED |
| dlTrafficDelay | %Integer; #IMPLIED |
| dlTrafficDelay2 | %Integer; #IMPLIED |
| ulTrafficDelay | %Integer; #IMPLIED |
| ulTrafficDelay2 | %Integer; #IMPLIED > |

<!ELEMENT AntennaConfiguration (AntennaSector+)>

<!ELEMENT AntennaSector EMPTY>

<!ATTLIST AntennaSector

sectorNumber (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

BBB

8 | 9 | 10 | 11 | 12) #REQUIRED
 band (0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
 13 | 14 | 19 | 20 | 21) '0'
 antennaInstalled (YES) #IMPLIED
 antennaType %Integer; #IMPLIED
 antennaType2 %Integer; #IMPLIED
 antennaType3 %Integer; #IMPLIED
 mechanicalTilt %Integer; '0'
 mechanicalTilt2 %Integer; '0'
 mechanicalTilt3 %Integer; '0'
 electricalTilt %Integer; '0'
 electricalTilt2 %Integer; '0'
 electricalTilt3 %Integer; '0'
 sectorOutputPower %Integer; '-1'
 freqBandHiEdgeBranchA %Integer; #IMPLIED
 freqBandLoEdgeBranchA %Integer; #IMPLIED
 freqBandHiEdgeBranchB %Integer; #IMPLIED
 freqBandLoEdgeBranchB %Integer; #IMPLIED
 dlFeederAttenuationBranchA %Integer; '0'
 ulFeederAttenuationBranchA %Integer; '0'
 dlFeederDelayBranchA %Integer; '0'
 ulFeederDelayBranchA %Integer; '0'
 dlFeederAttenuationBranchB %Integer; '0'
 ulFeederAttenuationBranchB %Integer; '0'
 dlFeederDelayBranchB %Integer; '0'
 ulFeederDelayBranchB %Integer; '0'
 dlFeederAttenuationBranchC %Integer; '0'
 ulFeederAttenuationBranchC %Integer; '0'
 dlFeederDelayBranchC %Integer; '0'
 ulFeederDelayBranchC %Integer; '0'
 dlFeederAttenuationBranchD %Integer; '0'
 ulFeederAttenuationBranchD %Integer; '0'
 dlFeederDelayBranchD %Integer; '0'
 ulFeederDelayBranchD %Integer; '0'
 dlFeederAttenuationBranchE %Integer; '0'
 ulFeederAttenuationBranchE %Integer; '0'
 dlFeederDelayBranchE %Integer; '0'
 ulFeederDelayBranchE %Integer; '0'
 dlFeederAttenuationBranchF %Integer; '0'
 ulFeederAttenuationBranchF %Integer; '0'
 dlFeederDelayBranchF %Integer; '0'
 ulFeederDelayBranchF %Integer; '0'
 dlJumperAttenuationBranchA %Integer; #IMPLIED
 ulJumperDelayBranchB %Integer; #IMPLIED
 dlJumperDelayBranchB %Integer; #IMPLIED
 ulJumperAttenuationBranchB %Integer; #IMPLIED
 dlJumperAttenuationBranchB %Integer; #IMPLIED
 ulJumperDelayBranchA %Integer; #IMPLIED
 dlJumperDelayBranchA %Integer; #IMPLIED
 ulJumperAttenuationBranchA %Integer; #IMPLIED


```

fqBandHighEdgeBranchA    %Integer; #IMPLIED
fqBandLowEdgeBranchA     %Integer; #IMPLIED
fqBandHighEdgeBranchB    %Integer; #IMPLIED
fqBandLowEdgeBranchB     %Integer; #IMPLIED
fqBandHighEdgeBranchC    %Integer; #IMPLIED
fqBandLowEdgeBranchC     %Integer; #IMPLIED
fqBandHighEdgeBranchD    %Integer; #IMPLIED
fqBandLowEdgeBranchD     %Integer; #IMPLIED
fqBandHighEdgeBranchE    %Integer; #IMPLIED
fqBandLowEdgeBranchE     %Integer; #IMPLIED
fqBandHighEdgeBranchF    %Integer; #IMPLIED
fqBandLowEdgeBranchF     %Integer; #IMPLIED
beamDirection            %String; #IMPLIED
beamDirection2           %String; #IMPLIED
beamDirection3           %String; #IMPLIED
maxTilt                  %Integer; #IMPLIED
maxTilt2                 %Integer; #IMPLIED
maxTilt3                 %Integer; #IMPLIED
minTilt                  %Integer; #IMPLIED
minTilt2                 %Integer; #IMPLIED
minTilt3                 %Integer; #IMPLIED
>

```

<!ELEMENT RetConfiguration (RetProfile+)>

<!ELEMENT RetProfile EMPTY>

```

<!ATTLIST RetProfile antennaType %Integer; #REQUIRED
    retType    %Integer; #REQUIRED
    minTilt    %Integer; #REQUIRED
    maxTilt    %Integer; #REQUIRED
    retParam1  %Integer; #REQUIRED
    retParam2  %Integer; #REQUIRED
    retParam3  %Integer; #REQUIRED
    retParam4  %Integer; #REQUIRED
    retParam5  %Integer; #REQUIRED
    retParam6  %Integer; #REQUIRED
    retParam7  %Integer; #REQUIRED
    retParam8  %Integer; #REQUIRED
    checksum   %Integer; #REQUIRED >

```

<!ELEMENT CascadedAretConfiguration (AretConfiguration+)>

<!ELEMENT AretConfiguration EMPTY>

```

<!ATTLIST AretConfiguration
    sectorNumber (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6) #REQUIRED
    sequenceNumber (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6) #REQUIRED
    uniqueHwId    %String; #REQUIRED
    antennaType   %Integer; #IMPLIED
    electricalTilt %Integer;      '0'
    mechanicalTilt %Integer;      '0'
    userLabel     %String; #IMPLIED>

```

DDD

<!ELEMENT InitiateSectorsConfiguration (InitiatedSector+)>

<!ELEMENT InitiatedSector EMPTY>

<!ATTLIST InitiatedSector

sectorNumber (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
8 | 9 | 10 | 11 | 12) #REQUIRED
sectorInitiated (YES) #IMPLIED
frequencyPlanes %String; #IMPLIED
antennaSupervisionBranchA %Integer; '0'
antennaSupervisionBranchB %Integer; '0'
antennaSupervisionBranchC %Integer; '0'
antennaSupervisionBranchD %Integer; '0'
antennaSupervisionBranchE %Integer; '0'
antennaSupervisionBranchF %Integer; '0'>

<!ELEMENT LocalCellConfiguration (Sector+)>

<!ATTLIST LocalCellConfiguration

carrierAllocationMode (Basic | Advanced | Flexible) 'Basic' >

<!ELEMENT Sector (Cell+)>

<!ATTLIST Sector

sectorNumber (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
9 | 10 | 11 | 12) #REQUIRED
numberOfCells (1 | 2) #IMPLIED >

<!ELEMENT Cell EMPTY>

<!ATTLIST Cell cellNumber (1 | 2 | 3 | 4) #REQUIRED

cellCreated (YES) 'YES'
cellIdentity %Integer; #REQUIRED
cellRange %Integer; #REQUIRED
numberOfTxBranches (1 | 2) #IMPLIED
numberOfRxBranches (2 | 4 | 6) #IMPLIED
frequencyPlane (1 | 2) #IMPLIED
hsCodeResourceId %Integer; #IMPLIED
baseBandPoolId (1|2) #IMPLIED
txBranchConfigured (A | B) #IMPLIED>

<!ELEMENT HsdpaSettings (HsdpaSlot*)>

<!ATTLIST HsdpaSettings

steeredHsAllocation (TRUE | FALSE) #IMPLIED
loadHs (YES) #IMPLIED
slotsForHsdpa %String; #IMPLIED >

<!ELEMENT HsdpaSlot EMPTY>

<!ATTLIST HsdpaSlot slot %Integer; #REQUIRED

numHsCodeResources %Integer; #REQUIRED >

<!ELEMENT EulSettings (EulSlot*)>

```

<!ELEMENT EulSlot EMPTY>
<!ATTLIST EulSlot slot %Integer; #REQUIRED
               numEulResources %Integer; #FIXED '1'>

<!ELEMENT ExternalAlarmConfiguration (Alarm+)>

<!ELEMENT Alarm EMPTY>
<!ATTLIST Alarm
  externalAlarmUnit (Sau | Scu | Sup | Rruw ) #IMPLIED
  connectorId (A | B | C | D | E | F) #IMPLIED
  sectorNumber (1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
               9 | 10 | 11 | 12) #IMPLIED
  rruwPositionInSector (1 | 2) #IMPLIED
  portId %Integer; #REQUIRED
  alarmSlogan %String; #REQUIRED
  normallyOpen (YES | NO ) #REQUIRED
  severity (Critical | Major | Minor | Warning ) #REQUIRED
  probableCause %Integer; #REQUIRED >

<!ELEMENT ExternalControlConfiguration (Control+)>

<!ELEMENT Control EMPTY>
<!ATTLIST Control externalAlarmUnit (Sau) #IMPLIED
  portId %Integer; #REQUIRED
  equipmentName %String; #REQUIRED
  normallyOpen (YES | NO ) #REQUIRED >

<!ELEMENT EcPort EMPTY>
<!ATTLIST EcPort unitType (CBU|DUW|EXTNODE) #REQUIRED
  unitNumber %Integer; #REQUIRED
  portNumber (1 | 2) '1'
  hubPosition (A0|B0|B1|A2|A3|A5|A6|A7|EC_A|EC_B|EC_C|D|E)
#IMPLIED
  cascadingOrder (0|1|2|3|4|5|6|7) #IMPLIED >

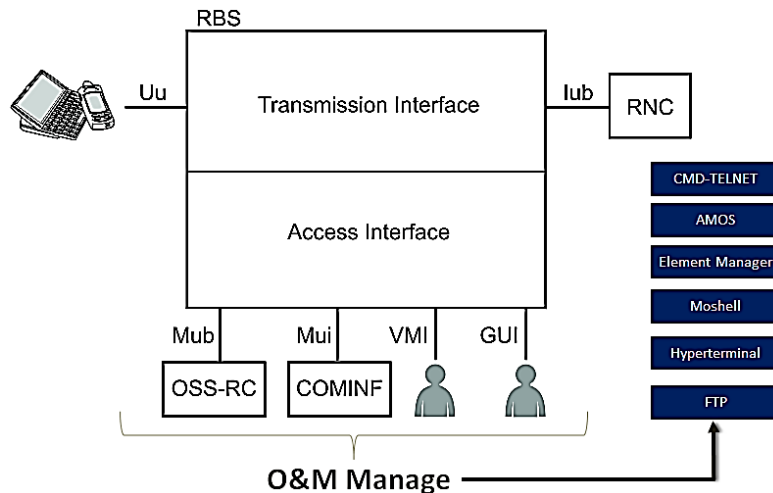
```

Opción Wizzard (asistente).

Los Script's son entregados al ingeniero de campo. Al elegir la opción wizzard, tenemos la opción de cambiar parámetros que ya están predefinidos, como buena práctica, se recomienda utilizar esta opción

Anexo I: Interfaces de comunicación con el nodo.

Los programas que comprenden el interfaz GUI, son utilizados para configurar las características del nodo.



Anexo J: Evolución de la telefonía móvil.

Para comprender el funcionamiento general de un sistema de telefonía móvil ya sea de segunda o tercera generación, será relevante abordar los procesos evolutivos de las mismas y sus características en cuanto a su estructura de red. A continuación abordaremos los distintos aspectos antes mencionados.

Sistema GSM

En 1982, la Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones (CEPT), formó el Grupo Especial Móvil (GSM) para desarrollar un sistema de radio móvil celular Paneuropeo (El acrónimo más tarde se convirtió en el sistema global para comunicaciones móviles). El objetivo de GSM fue estandarizar los sistemas de telefonía inalámbrica para proporcionar:

- Mejora de la eficiencia del espectro
- Roaming Internacional

- Conjuntos móviles de bajo costo y las estaciones base (BS)
- Voz de alta calidad
- Compatibilidad con la red ISDN y otra compañía telefónica
- Soporte para nuevos servicios

Estructura Celular

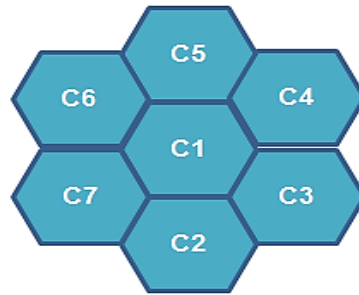
En un sistema celular, el área de cobertura de un operador se divide en células o celdas. Una célula es el área que un transmisor o una pequeña colección de transmisores pueden cubrir. El tamaño de una célula se determina por la potencia del transmisor. El concepto de los sistemas celulares es el uso de transmisores de baja potencia con el fin de permitir la reutilización eficiente de las frecuencias. El tamaño máximo de una célula (con línea de vista) es de aproximadamente 35 km (Radio), que proporciona una ruta de comunicación de ida y vuelta desde el móvil al sitio celular. Si los transmisores son muy potentes, las frecuencias no pueden ser reutilizadas, ya que se limitan a la zona de cobertura del transmisor.

Las bandas de frecuencias asignadas a un sistema móvil se distribuye en un grupo de células, y esta distribución se repite en todo el área de cobertura de un operador. Todo el número de radio canales disponibles se pueden usar en cada grupo de células que forman la zona de cobertura del operador. Las frecuencias utilizadas en una célula se pueden reutilizar en varias celdas a distancia. La distancia entre las células usando la misma frecuencia debe ser suficiente para evitar la interferencia. La reutilización de frecuencia aumentará la capacidad en el número de usuarios considerablemente. Los patrones pueden ser de cuatro células, aunque existen otros tipos de patrones. Los grupos típicos contienen 4, 7, 12, o 21 células.

Con el fin de que un sistema celular funcione correctamente debe verificar dos principales condiciones:

El nivel de potencia de un transmisor dentro de una sola célula debe limitarse con el fin de reducir la interferencia con los transmisores de las células vecinas. La interferencia no producirá ningún daño al sistema, si hay una distancia de aproximadamente 2.5 a 3 veces el diámetro de una célula, reservado entre los transmisores.

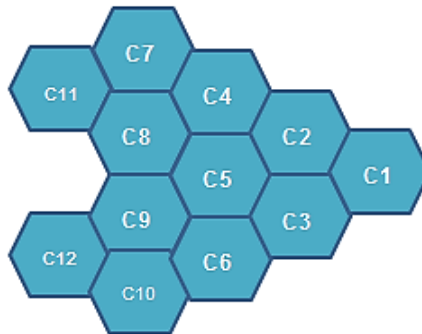
Las células vecinas no pueden compartir los mismos canales. Con el fin de reducir la interferencia, las frecuencias se deben reutilizar sólo dentro de un cierto patrón. El patrón también puede ser un patrón de siete células similares a las redes AMPS.



Patrón de 7 Células segun ETSI

Con el fin de intercambiar la información necesaria para mantener los enlaces de comunicación dentro de la red celular, varios canales de radio están reservados para la información de señalización. A veces se utiliza un patrón 12 de células con una secuencia de repetición. El patrón de 12 células es realmente una agrupación de tres grupos de 4 células, como se muestra en la Figura 3. Cuanto mayor es el patrón de células, mayor las áreas de coberturas trabajadas. En general, los patrones de células grandes se utilizan en diversos patrones de reutilización, para obtener el máximo rendimiento de los escasos recursos de radio como sea posible. El patrón de 21 células es de lejos el patrón de repetición más grande de uso hoy en día. Las células se agrupan en

conglomerados. El número de células en un clúster determina si el clúster puede repetirse continuamente dentro del área de cobertura.



Patrón de 12 Células según ETSI

En cuanto a la **reutilización de frecuencias**, permite a un canal de radio en particular, realizar conversaciones en múltiples ubicaciones, incrementando la capacidad de los sistemas de comunicaciones. Dentro de un clúster, cada célula usa diferentes frecuencias; sin embargo, estas frecuencias pueden ser reutilizadas en células de otro clúster.

Tipos de Celdas

La densidad de población de un país es tan variada que se utilizan diferentes tipos de celdas.

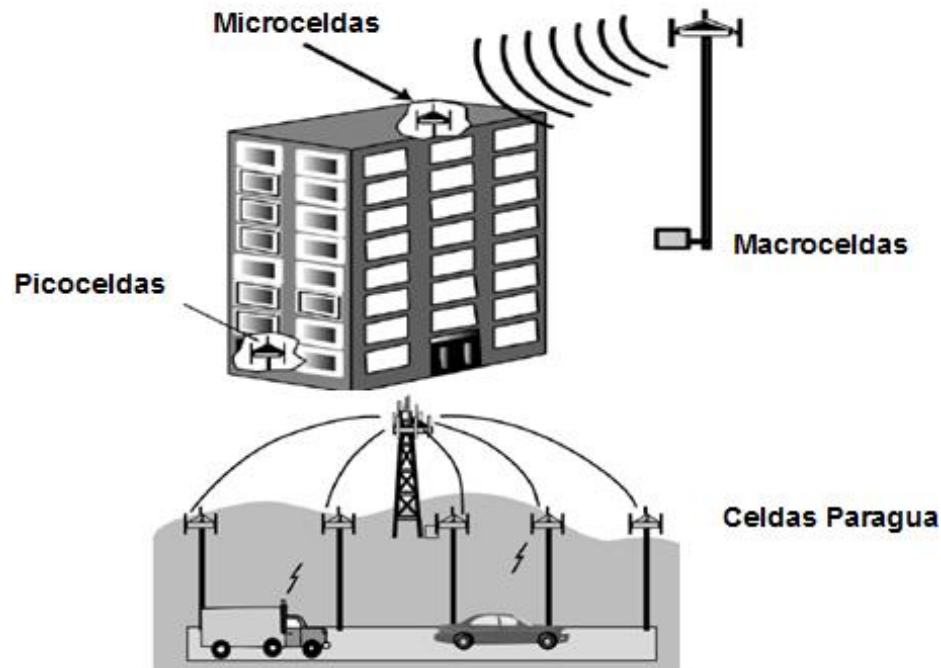
Macrocelas: Son células grandes para las zonas remotas y escasamente pobladas. Estas células pueden ser tan grande como 3 a 35 km del centro hasta el borde de la celda (radio).

Microcelas: Estas celdas se utilizan para las zonas densamente pobladas.

Selectivas o sectorizadas: No siempre es útil definir una celda con una cobertura completa de 360 grados. En algunos casos, se necesitan las células con una forma y cobertura en particular.

Celdas Paraguas: Al lado de una autopista de alta velocidad, cruzando células muy pequeñas produce una sobreabundancia de traspasos entre las diferentes células vecinas pequeñas. Para resolver este problema, se introdujo el concepto de las células paraguas. Una célula paraguas cubre varias microceldas. El nivel de potencia dentro de una célula paraguas se aumenta en comparación con los niveles de potencia utilizada en los microelementos que forman la célula paraguas. ¿Cómo sabe el celular, cuando cambiar de una microcelda a una celda paraguas? Cuando la velocidad del móvil es demasiado alta, el móvil se traspasa a la célula paraguas. El móvil entonces permanecerá más tiempo en la misma célula (en este caso, la célula paraguas). Esto reducirá el número de traspasos y el trabajo de la red. Un gran número de demandas de traspaso y las características de propagación de un móvil puede ayudar a detectar su alta velocidad. Los equipos de radio ya no se están obligados a cambiar constantemente de celda a celda cuando se utiliza la topología de paraguas. Esto satisface el objetivo de GSM en el uso eficiente del espectro de frecuencia de radio (RF)

En cuanto a las Nano y pico celdas, su uso es meramente puntual, para áreas específicas en cuanto a salones o niveles de pisos en un edificio. A continuación en la siguiente figura se muestran las diversas aplicaciones de algunos tipos de celdas antes mencionadas.



Tipos de Celdas

Arquitectura GSM

GSM está conformado por diversos elementos, todos con el propósito de dar vida a la filosofía de la telefonía móvil. El estándar propuso los siguientes elementos para su estructura de red:

Mobile Station (MS): Comprende todos los equipos de usuario y software necesarios para la comunicación con una red móvil.

SIM: Proporciona movilidad personal de modo que el usuario puede tener acceso a todos los servicios suscritos con independencia tanto de la ubicación del terminal y el uso de un terminal específico.

The Base Transceiver Station (BTS): Alberga los transceptores de radio que definen una célula y se ocupa de los protocolos de radio enlace con la MS. El BTS corresponde a los transceptores y antenas utilizadas en cada célula de la

red. Normalmente se coloca en el centro de una célula. Su potencia de transmisión define el tamaño de la célula el cual gobierna.

The Base Station Controller (BSC): Gestiona los recursos de radio para una o más BTS. Se ocupa de la configuración del canal de radio, salto de frecuencia, y trasposos. El BSC es la conexión entre el móvil y el MSC.

Base Station Subsystem (BSS): se compone de dos partes: el BTS y el BSC. Estos se comunican a través de una Interfaz Abis específica, permitiendo (con en el resto del sistema) las operaciones entre los componentes que son hechas por diferentes proveedores.

TRAU: En función de los costos de instalaciones de transmisión de un operador celular, puede ser rentable tener el transcodificador, ya sea en la BTS, BSC o en la MSC. Tiene como función principal la conversión y adaptación de las velocidades y estándar de codificación en la comunicación entre los elementos del núcleo de la red. Por ejemplo, la conversión de velocidad de datos de 13 Kbps (voz) a 64 Kbps (velocidad de dato en la MSC), esto con el fin de ajustarse a la velocidad del conmutador.

Mobile Switching Center (MSC): El centro de conmutación móvil (MSC) es la pieza central del subsistema de conmutación de red (NSS). El MSC se asocia sobre todo con las funciones de conmutación, tales como el establecimiento de llamada, la liberación y el enrutamiento. Sin embargo, también lleva a cabo una serie de otras funciones, incluidos los mensajes de enrutamiento, llamadas de conferencia, fax y facturación del servicio, así como la interconexión con otras redes, como la red telefónica pública conmutada (PSTN). Está estructurado de manera que la estación base se conecten a él, mientras se conecta a la PSTN. Debido a que los teléfonos móviles se conectan a estas estaciones bases; y todas las formas de comunicación, ya sea entre dos teléfonos móviles o entre un teléfono celular y un teléfono fijo, todo esto se realiza a través del MSC.

Home Location Register (HLR): Contiene toda la información administrativa de cada abonado registrado en la red. También es utilizada como base de datos distribuida.

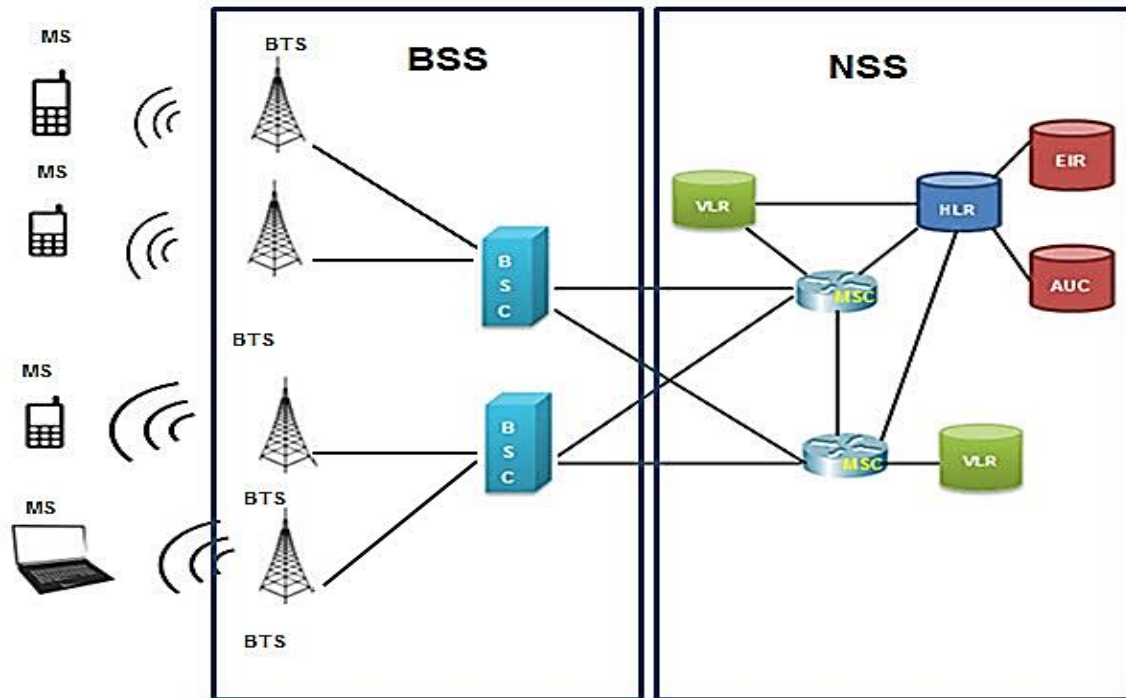
Visitor Location Register (VLR): El VLR contiene información administrativa seleccionada del HLR, necesario para la llamada de control (CC) y la prestación de los servicios suscritos, esto para los móviles que se encuentren en el área geográfica que este controla.

“Tanto el **VLR** como el **HLR** y el **MSC** proporcionan el enrutamiento de llamadas y las capacidades de itinerancia de GSM, juntos conforman **NSS**”.

Equipment Identity Register (EIR): La base de datos EIR valida los equipos móviles. Cuando el MSC / VLR solicitan el estado de cada MS, el mismo verifica los atributos con los que cuenta el MS (lista negra, estado de registro, desconocido, etc.).

AUC: El HLR realiza solicitud al AUC para generar parámetros de seguridad para cada Cliente abonado. El AUC transmite los parámetros necesarios para la autenticación y cifrado para el HLR. Cuando un equipo de usuario entra en una nueva área de servicio MSC, el VLR solicita parámetros desde el HLR. La AUC se asocia con un HLR y almacena una clave de identidad para cada Cliente abonado móvil registrado con el HLR asociado.

A continuación se muestra cada elemento de la arquitectura GSM antes descritos:



Arquitectura GSM

Evolución de GSM a 3G

A continuación se enuncian los principales sistemas que se desarrollaron hasta la llegada de 3G.

Evolución a 2.5G, la cual ofrece servicios de navegación de internet de manera limitada (texto y sin formato). [7]

“HSCSD (High Speed Circuit-Switched Data) aumenta la capacidad de transmisión de GSM agrupando hasta 8 time-slots de un canal con velocidades de $N \times 9.6$ kbit/s con valores de N desde 1 hasta 8, pudiendo HSCSD transmitir hasta 57.6 kbit/s en modo circuito conmutado”. [7]

GPRS (General Packet Radio Service): Agrega a GSM la conmutación de paquetes, con esto la agregación nuevas entidades en el CORE o arquitectura como el SGSN, GGSN, etc.

EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution): También llamado GSM-384 alcanza una velocidad de transmisión de 384kbit/s con esto EDGE se acerca a velocidades consideradas de tercera generación específicamente para exteriores, de aquí surge el estándar que hoy conocemos como UMTS. [7]

Anexo K: Glosario.

| | |
|--|---|
| ATM - Asynchronous Transfer Mode. | MIMO - Multiple-input and Multiple-output. |
| AICH - Canal Indicador de adquisición. | MO - Management Object |
| ARQ - Automatic Repeat Request. | ME - Mobile Equipment. |
| BBS - Battery Backup System. | NTP - Network Time Protocol. |
| BBU - Base Band Unit | NE - Network Elements. |
| CS/PS - Circuit Switched / Packet Switched. | O&M - Operation and Maintenance. |
| CPICH - Common Pilot Channel. | OFDMA - Orthogonal frequency-division multiple access. |
| CE - Channel Element. | OSS-RC - Operations Support System - Radio and Core. |
| CDMA - Code Division Multiple Access. | PCH - Paging Channel. |
| CN - Core Network. | PRACH - Physical Random Access Channel. |
| CV - Configuration Version | QAM - Quadrature Amplitude Modulation. |
| DBB - Digital Building Block | RRB - Radio Building Block |
| DPDCH - Dedicated Physical Data Channel. | RNC - Radio Network Controller. |
| DPCCH - Dedicated Physical Control Channel. | RAB - Radio Access Bearer. |
| DCH - Dedicated Channel. | RNS - Radio Network Subsystem. |
| DU - Digital Unit. | RBS - Radio Base Station. |
| DL/ UL - Down Link/ Up Link. | RSSI - Received Signal Strength Indicator. |
| E-DCH - Enhanced Dedicated Channel. | RACH - Random Access Channel. |
| E-DPDCH - High Speed Physical | |

Shared Channel.

E-UTRAN - Evolved UTRAN

EUL - Enhanced Uplink.

EDGE - Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

FACH - Forward Access Channel.

GSM - Global System for Mobile communications.

GPRS - General Packet Radio Service.

HSDPA - High Speed Downlink Packet Access.

HS-PDSCH - High Speed Physical Shared Channel

HSUPA - High Speed Uplink Packet Access.

HS-DSCH - High Speed Downlink Shared Channel.

HARQ - Hybrid ARQ.

ITU - International Telecommunication Union.

Iu - Interface UTRAN

KPI - (key performance indicator.

LTE - Long Term Evolution.

MG - Motor Generator.

RSCP - Received Signal Code Power

RRU - Remote Radio Unit.

RAN - Radio Access Network.

RNP - Radio Network Planning

SIGTRAN – Signaling Transport.

SWP/UGP - Software Package/ Upgrade Package.

SIU - System Integration Unit.

SCH - Synchronization Channel.

S-CCPCH - Secondary Common Control Physical Channel.

SC-FDMA - Single-carrier FDMA.

SF - Spreading Factor.

SC - Scrambling code.

UMTS - Universal Mobile for Telecommunication Systems.

UTC - Tiempo Universal Coordinado.

UTRAN - UMTS Terrestrial Radio Access Network.

UDP - User Datagram Protocol.

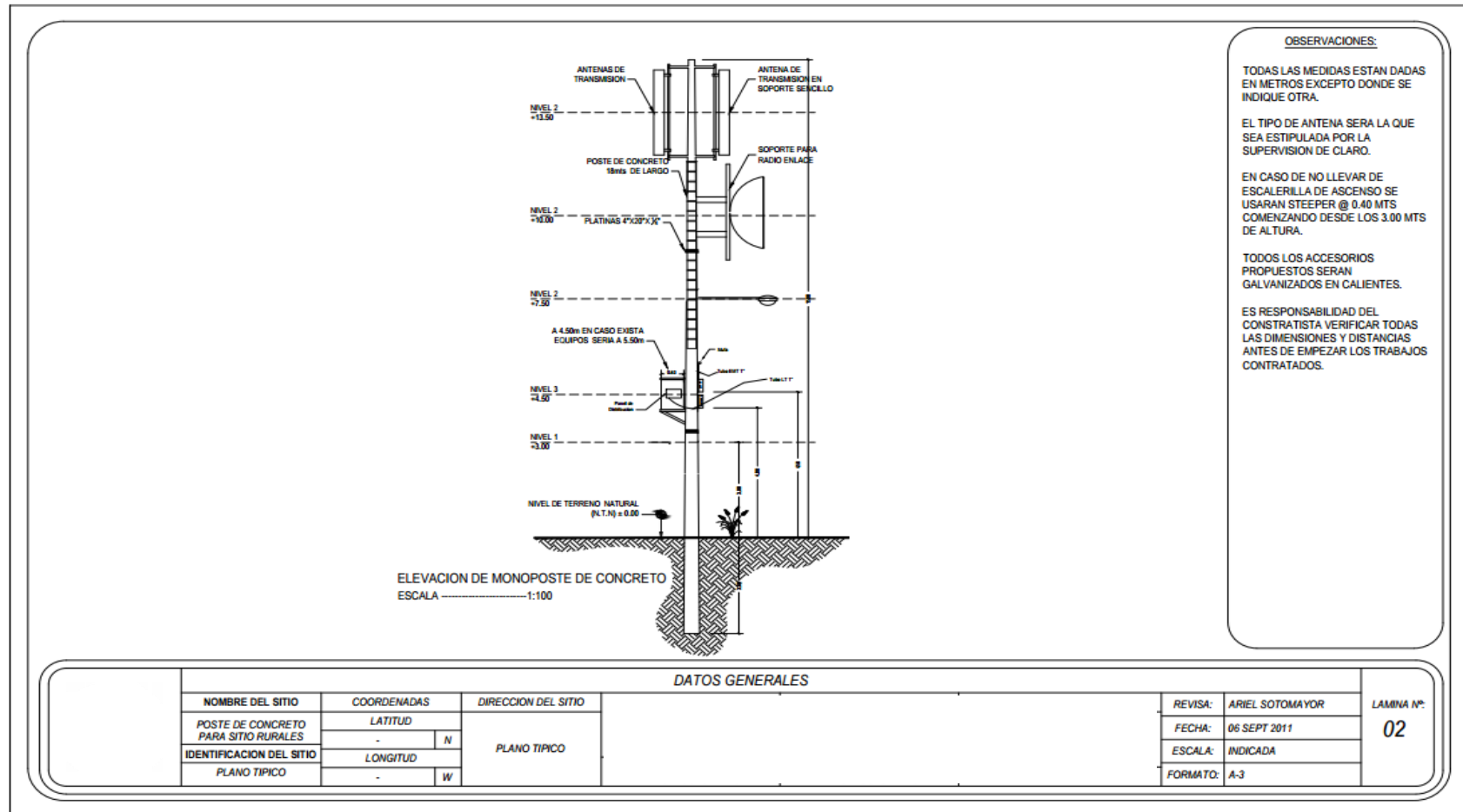
UARFCN UTRA Absolute Frequency Number.

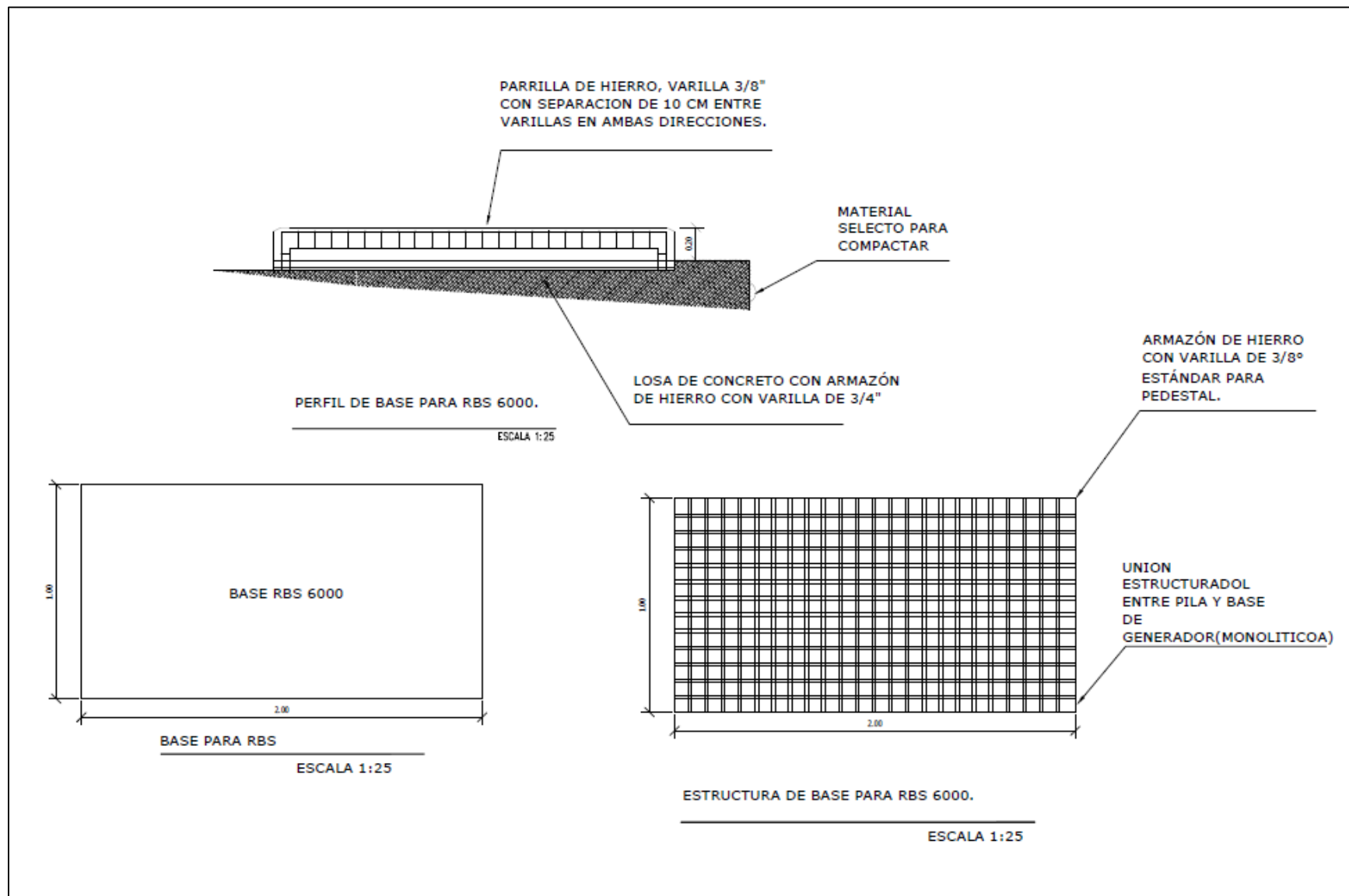
UE - User Equipment.

USIM - UMTS Subscriber Identity Module.

WCDMA - Wideband Code Division Multiple Access.

Anexo L: Planos





SSS